

# **Trabalho de Conclusão de Curso**

## **SISTEMAS ADESIVOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Diogo Braz Marçal



**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Diogo Braz Marçal

**Sistemas Adesivos: Uma revisão de literatura**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a conclusão do curso de graduação em Odontologia.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Renata Gondo Machado

Florianópolis

2014

Diogo Braz Marçal

## **SISTEMAS ADESIVOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado, adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 13 de novembro de 2014.

### **Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata Gondo Machado  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sheila Cristina Stolf  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Cleo Nunes de Sousa  
Universidade Federal de Santa Catarina



*Dedico este trabalho a meus pais Luiz e Diamantina que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. Agradeço a Deus por iluminar o meu caminho durante toda esta caminhada.*



## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais **Luiz e Diamantina**, por serem meus maiores exemplos e inspiração de vida, pela ótima educação que me deram, por me darem condições de chegar a esta universidade e concluir esse curso, e acima de tudo por todo o amor que me dão.

À minha namorada **Graziela** por todo seu amor, carinho, atenção, incentivo, companheirismo e principalmente por ser um grande exemplo de luta e persistência.

Aos meus irmãos **Rodrigo, Thiago, Lisane e Daniela** pelo enorme carinho, amizade e incentivo.

Aos meus sobrinhos **Júlia, Otávio, Caio e Luiza**, por alegrarem cada vez mais os meus dias.

Aos meus **Amigos**, pelo companheirismo e por todos os momentos de alegria que passamos juntos.

À minha orientadora e professora **Renata Gondo Machado**, por ser um exemplo de pessoa e profissional, pelos constantes ensinamentos, pelo bom humor e atenção com todos os alunos, por ter me acolhido e aceitado na orientação deste trabalho.

Ao professor **Cleo Nunes de Sousa** pela sua paixão e dedicação à Odontologia, sendo um exemplo para todos os acadêmicos.

À professora **Sheila Cristina Stolf** por todo o apoio durante a execução do trabalho, e por ter aceitado a participação em minha banca.

A todos os **Professores** por terem partilhado comigo seus conhecimentos, pelo tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender, e também pelo incentivo a continuar sempre aprendendo.

À **Rô, Luis, Batista** e demais **Funcionários** da Odontologia que dedicam seu tempo e esforço para o funcionamento do curso.

A todos os meus **colegas e amigos** de turma, desejo muito sucesso profissional a todos.

A todos os **cirurgiões-dentistas** que se propuseram a participar da pesquisa que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

À **Universidade Federal de Santa Catarina** por ter me propiciado uma formação acadêmica de qualidade.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para o desenvolvimento e concretização deste trabalho. Muito Obrigado!





“O cientista não é o homem que fornece as verdadeiras respostas,  
é quem faz as verdadeiras perguntas”.

(Claude Lévi-Strauss)



## **RESUMO**

Atualmente, uma enorme quantidade de adesivos é introduzida no mercado, e por isso torna-se difícil para o profissional da odontologia realizar a escolha entre a enorme variedade de produtos existentes. O fato de cada um possuir suas particularidades, mecanismos de ação e vantagens, e até mesmo a chegada aos últimos anos dos sistemas adesivos autocondicionantes, nos reforça a necessidade de revisar o processo de adesão aos tecidos dentais. Portanto, este estudo tem como objetivo revisar a literatura acerca dos sistemas adesivos.

**Palavras-chave:** Esmalte. Dentina. Sistema adesivo.



## **ABSTRACT**

Currently, a huge amount of dental adhesives is introduced in the market, and therefore it becomes difficult for the dentistry professional to perform the choice between the huge range of existing products. The fact that each has its own peculiarities, mechanisms of action and benefits, and even the arrival in recent years of self-etching adhesive systems, reinforces the need to review the process of adhesion to dental tissues. Therefore, this study aims to review the literature about adhesive systems.

**Keywords:** Enamel. Dentin. Adhesive system.



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ES – Energia superficial  
TS – Tensão superficial  
 $\mu\text{m}$  – Micrómetro  
BIS-GMA – Bisfenol glicidil metacrilato  
mm – Milímetro  
s – segundos  
G1 – grupo 01  
G2 – grupo 02  
G3 – grupo 03  
MEV - Microscópio eletrônico de varredura  
MPa - Megapascal  
n – Número  
In Vitro – em vidro  
HEMA - Hidroxietil metacrilato  
FDI - World Dental Federation  
USPHS - United States Public Health Service





## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
2.1 Objetivo Geral.....	20
2.2 Objetivos Específicos.....	20
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
3.1 CONCEITO DE ADESÃO .....	21
3.2 ADESÃO AO ESMALTE.....	22
3.3 ADESÃO À DENTINA .....	24
3.4 CONDICIONAMENTO ÁCIDO.....	27
3.5 CLASSIFICAÇÕES DOS SISTEMAS ADESIVOS .....	28
3.5.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ADESIVOS QUANTO À GERAÇÃO.....	28
3.5.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ADESIVOS QUANTO AO NÚMERO DE PASSOS CLÍNICOS.....	37
3.5.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS QUANTO À FORMA DE TRATAMENTO DA LAMA DENTINÁRIA.....	37
3.6 MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL.....	38
3.7 SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA .....	41
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>43</b>
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O aprimoramento da Odontologia culminou com o surgimento de novos materiais e técnicas restauradoras. Devido à exigência por padrões cada vez mais estéticos, os sistemas adesivos tornaram-se fundamentais para promover a adesão entre a resina composta e as estruturas dentárias. Os preparos cavitários conservadores, e principalmente a cor semelhante aos elementos dentais naturais que proporciona mais estética, são os principais motivos que levaram as restaurações com sistemas adesivos a atingirem popularidade.

Enquanto a adesão ao esmalte é efetiva e duradoura, a adesão à dentina é um processo mais complexo, principalmente pela heterogeneidade se comparada à estrutura do esmalte e também por ter em sua presença a lama dentinária. O processo de infiltração marginal, o desenvolvimento de cárie secundária e a sensibilidade pós-operatória foram outros dos problemas surgidos junto com a chegada das restaurações adesivas e que ainda não estão muito esclarecidos para grande parte dos Odontólogos.

Em 1955, Buonocore criou uma nova perspectiva na odontologia adesiva, introduzindo o conceito de que é possível mudar a estrutura dentária com a aplicação de ácidos na sua superfície e assim deixá-la mais favorável à adesão de materiais restauradores adesivos. Com isto, surgiu no mercado uma grande quantidade de adesivos, que estão classificados, principalmente sob dois aspectos, que são: A) número de passos clínicos necessário para sua aplicação – sistemas de condicionamento ácido de 2 a 3 passos ou sistemas autocondicionantes de 1 a 2 passos (sendo estes os mais recentes do mercado), e também por: B) a geração a que pertencem (1ª a 7ª).

Os sistemas adesivos de condicionamento ácido total, com 02 ou 03 passos, são considerados o melhor método para alcançar uma união eficiente e estável para o esmalte, pois são mais eficazes com relação à durabilidade e infiltração marginal. Porém, o procedimento adesivo de condicionamento prévio ainda é muito complexo no que diz respeito à aplicação e sensibilidade da técnica. Além disso, apresenta maior probabilidade de causa de sensibilidade dentinária (Carvalho et al, 2004; Menna-Serrano et al, 2013).

Numa tentativa de minimizar essas desvantagens, foram desenvolvidos os sistemas adesivos autocondicionantes, nos quais monômeros ácidos, primer e adesivo estão juntos em um ou dois passos, sem a necessidade de condicionamento ácido prévio. Essa classe de adesivo trouxe a vantagem de uma aplicação mais rápida e menos passível de erro clínico.

Outra vantagem é o fato de que a infiltração do adesivo ocorre simultaneamente com o processo de autocondicionamento, o que diminui o risco de nanoinfiltração e de sensibilidade pós-operatória. No entanto, o benefício ganho com a redução de tempo clínico pode comprometer a qualidade da restauração. Vários estudos relatam que os adesivos autocondicionantes não possuem boa adesão ao esmalte (Perdigão et al., 1997; Garone Filho, 2002; Hilgert et al., 2008) e a opção de realizar o condicionamento prévio apenas desse substrato associado aos adesivos autocondicionantes, é um tema controverso. Além disso, os sistemas autocondicionantes sofrem degradação eletrolítica na dentina, o que aumenta a nanoinfiltração (Loguercio; Reis, 2008; Van Landuyt et al, 2010)

Diante dessa diversidade de sistemas adesivos, o profissional tem dificuldade de selecionar o material ideal e, muitas vezes, não realiza o procedimento condizente com o material selecionado. Assim, este trabalho tem por objetivo, pesquisar quais são as principais dúvidas dos profissionais na utilização dos sistemas adesivos no cotidiano da clínica, pois, devido a grande quantidade de marcas comerciais e a cada um ter uma diferente técnica operatória, é essencial que o profissional tenha o conhecimento básico sobre as principais propriedades e características de cada um deles.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Revisar a literatura sobre sistemas adesivos e o processo de adesão nos tecidos dentários esmalte e dentina, e avaliar as propriedades dos principais adesivos disponíveis no mercado.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliar a conduta clínica dos Cirurgiões-dentistas em relação ao condicionamento ácido do esmalte e dentina e a aplicação de primer e adesivo no substrato.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

Em meados do século XX, Buonocore propôs o tratamento químico do esmalte, com ácidos, para obter adesão ao substrato dental. A ideia surgiu da observação de uma manobra usada na indústria naval, onde se empregava o uso de ácido fosfórico (85%) para “preparar” os cascos dos barcos que receberiam tintas resinosas para impermeabilização, pois o procedimento aumentava a capacidade de adesão/retenção das tintas. Partindo disto e com a intenção de usar o ácido no esmalte, com a mesma concentração que tinha utilizado na indústria, ele comprovou que a retenção de resina aplicada sobre a área de esmalte tratada com o ácido era muito maior se comparada com a área de esmalte não tratado (Reis et al., 2006).

A partir dos trabalhos de Buonocore em 1955, deu-se início a era da Odontologia adesiva, e com isso os conceitos de preparo cavitário, prevenção e estética na Odontologia foram totalmente revolucionadas, permitindo abordagens clínicas que antes jamais poderiam ser realizadas. Os sistemas adesivos atuais são indicados para: restaurações diretas, adesão de restaurações indiretas, colagem de fragmentos dentais, selantes de fósulas e fissuras, fixação de braquetes ortodônticos, reconstrução de núcleo para coroas e até mesmo como agentes dessensibilizantes.

Para revisar os sistemas adesivos, é imprescindível que se tenha o conceito de adesão, além de um conhecimento a respeito dos tecidos dentais esmalte e dentina, uma vez que o processo adesão é distinto em cada um destes substratos.

#### **3.1 CONCEITO DE ADESÃO**

Pode-se definir adesão, como a propriedade pela qual duas superfícies de substâncias diferentes possuem de entrar em contato uma com a outra, e se manter juntas por forças intermoleculares. Um adesivo é uma substância com capacidade de manter unido outro material em sua superfície. Já substrato é o termo que se emprega para sólidos unidos por adesivos.

Na Odontologia adesiva, defende-se que a interação mecânica ou micromecânica seja o mecanismo de interação mais bem aceito para a união entre substâncias e substratos, uma vez que a Adesão pode ser considerada um fenômeno tanto físico, mecânico, ou químico. De maneira geral, a união entre estrutura dental e adesivo, ocorre quando os monômeros ficam

impregnados nas irregularidades dos substratos, que são criadas após o processo de condicionamento ácido em esmalte e dentina (Reis et al, 2006).

Pode-se afirmar que basicamente há dois fatores fundamentais necessários para se conseguir a interação micromecânica: umedecimento/molhamento e viscosidade. Umedecimento/molhamento é a capacidade que o adesivo apresenta de recobrir totalmente o substrato. O ângulo formado entre a superfície de um sólido e de um líquido colocados em contato é denominado ângulo de contato, e depende da relação ES/TS, esse ângulo representa o potencial de espalhamento/umedecimento de uma substância na superfície de outra, quanto menor o ângulo de contato entre um líquido e um sólido, maior a capacidade do líquido interagir-se com o sólido. Resumidamente o molhamento ideal ocorre quando a energia de superfície do sólido é maior que a tensão superficial de um líquido. A forma mais utilizada para se aumentar a energia de superfície dos tecidos dentais é através da técnica de condicionamento ácido (Perdigão, Ritter, 2003). A Viscosidade está relacionada com a facilidade do adesivo em se espalhar rapidamente sobre o substrato dental. Percebe-se que quanto mais espesso, ou pegajoso for o líquido, mais dificuldade ele terá de recobrir a estrutura do substrato. Os líquidos conseguem íntimo contato quando umedecem a superfície, ou seja, espalham-se rapidamente sobre a superfície.

### **3.2 ADESÃO AO ESMALTE**

Ten Cate et al., (2001) afirmaram através de uma revisão de literatura que o esmalte é um substrato altamente mineralizado, constituído por 96% de mineral e 4% de substância orgânica e água. O conteúdo inorgânico do esmalte é composto principalmente de cristais de hidroxiapatita e a matéria orgânica forma uma fina rede que aparece entre os cristais. É um tecido poroso, que funciona como uma barreira semipermeável e pode ser atravessado especialmente por fluidos, e pequenas moléculas. Possui algumas características bem marcantes que são: alta densidade, dureza, alto módulo de elasticidade, baixa resistência à tração e alta fragilidade.

Em estudo realizado por FRANKENBERGER, KRAMER, PETSCHLT, (2000), os autores afirmaram que o esmalte é um substrato homogêneo, e assim a adesão fundamenta-se no preparo mecânico e químico da superfície, o que a torna duradoura e confiável.

Norling (2003) afirmou através de uma revisão de literatura que para produzir a adesão entre esmalte e materiais restauradores resinosos é necessário um suficiente condicionamento deste tecido para que se produza uma dissolução seletiva, resultando em microporosidades. O

esmalte condicionado possui uma energia superficial total maior do que a superfície de esmalte hígida e permite que a resina molhe corretamente a superfície e penetre as microporosidades. Uma vez que a resina penetre as microporosidades, ela pode ser polimerizada formando os tags resinosos, que produzem a união mecânica ao esmalte. Esses tags resinosos chegam a penetrar aproximadamente 10 a 20  $\mu\text{m}$  do tecido, e o comprimento está relacionado à correta operação dos procedimentos.

Perdigão et al, (2000), relataram que enquanto a adesão ao esmalte por meio da técnica do condicionamento ácido é uma técnica confiável, a adesão à dentina representa um desafio maior, uma vez que esta é uma estrutura orgânica, com a presença de inúmeros túbulos contendo processos odontoblásticos, com comunicação ao tecido pulpar. Desta forma, a união adesiva só será confiável quando executada sob-riguroso controle e um protocolo bem definido e executado (HILGERT, et al.,2008). Sua natureza dinâmica pode ser responsável pela microinfiltração, que ocorre com a maioria dos sistemas adesivos.

Segundo estudo realizado por Gomes et al., (1999), os materiais restauradores disponíveis até a década de 90 não eram capazes de unirem-se aos tecidos dentais mineralizados, de maneira suficiente para promover um perfeito vedamento, isso ocorria pelo fraca ligação existente entre os materiais restauradores da época e o tecido dentinário e resultava em microinfiltração marginal.

Alani, Toh, (1997) afirmaram através de uma revisão de literatura, que a microinfiltração marginal pode ser definida como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons na interface dente / restauração, acarretando sensibilidade pós-operatória, cáries recidivantes, manchamento das margens da restauração e danos pulpares irreversíveis.

Van Meerbeek et al. (2003) apresentaram em um artigo de revisão, os mecanismos básicos de adesão ao esmalte e à dentina. Os autores relataram que o princípio fundamental da adesão envolve duas fases. Uma consiste na remoção dos fosfatos de cálcio, criando microporosidades tanto na superfície do esmalte quanto da dentina. A outra, chamada fase de hibridização, envolve a infiltração e a subsequente polimerização *in situ* da resina dentro das microporosidades previamente criadas. Para os adesivos contemporâneos, essa troca pode ser realizada em um, dois ou três passos de aplicação clínica. Os adesivos podem ainda ser classificados de acordo com a estratégia de adesão em: adesivos de condicionamento prévio, autocondicionantes ou ionômeros de vidro modificados. Para os adesivos de condicionamento prévio, é necessária a aplicação de um condicionador ácido fosfórico, seguido pela aplicação de primer e adesivo, que podem estar juntos em um mesmo frasco ou separados. Essa técnica é considerada pelos autores a mais efetiva para se alcançar uma união eficiente e estável para

o esmalte. Em dentina, este tratamento com ácido fosfórico expõe uma rede de colágeno quase totalmente desprovido de hidroxiapatita. Como resultado, o mecanismo de ligação primária de adesivos de condicionamento prévio à dentina é principalmente baseado na difusão e depende da hibridização ou infiltração de resina dentro de fibrilas de colágeno exposto. Essa abordagem é mais crítica, pois quando um adesivo à base de acetona é utilizado, a técnica úmida é obrigatória. Caso contrário, a secagem da dentina após condicionamento ácido garante uma ligação eficaz quando um adesivo a base de água/etanol é utilizado.

### **3.3 ADESÃO À DENTINA**

Segundo Van Meerbeek et al., (1998) diferentes pesquisas são realizadas para o aprimoramento da adesão à dentina, pois nesse local a adesão é crítica, devido a sua estrutura complexa, pois apresenta muito conteúdo orgânico, variações de estrutura mineral dentinária e umidade. Além de todas essas estruturas, também há a formação de lama dentinária, tanto durante a remoção de tecido cariado, ou naturalmente depositada, sendo composta por detritos. O substrato dentinário é mais úmido e mais orgânico que o esmalte. Essa natureza orgânica e a umidade fazem com que a adesão nesse tecido seja extremamente difícil.

A dentina é um tecido mineralizado de natureza conjuntiva, que constitui a maioria da estrutura do dente. É recoberta por esmalte e cemento, e aloja no seu interior a polpa, que é um tecido conjuntivo frouxo, rico em células, fibrilas de colágeno, nervos, vasos sanguíneos e linfáticos. Aproximadamente 70% da dentina são formadas por hidroxiapatita, 20% de material orgânico e os restantes 10% de água. Sua unidade estrutural básica são os túbulos dentinários, os quais a partir de seus prolongamentos possuem comunicação com a polpa. Além de toda essa complexidade estrutural se comparada ao esmalte, à dentina ainda possui outra importante característica, que é a presença da lama dentinária (Reis et al., 2006).

Marshall et al (1997) descreveram um artigo de revisão de literatura sobre o substrato dentinário, sua estrutura e propriedades relacionadas à adesão. De acordo com os autores, a dentina é composta basicamente de cerca de 50% de apatita deficiente em cálcio porém rica em carbonato, 30% de matéria orgânica que é basicamente colágeno tipo 1, e aproximadamente 20% de fluído semelhante ao plasma. Os túbulos dentinários, uma característica distinta e importante da dentina, contém os prolongamentos odontoblásticos e fluído. O lúmen tubular é revestido por uma bainha altamente mineralizada de dentina peritubular, ou intratubular, contendo cristais de apatita com pouca matriz orgânica. Os tubos



são separados por dentina intertubular composta por uma matriz de colágeno do tipo I reforçada por apatita. Os autores enfatizaram que a adesão micromecânica à dentina, ao contrário do que ocorre no esmalte, é um processo limitado por diversos fatores: o condicionamento ácido afeta principalmente a dentina peritubular, resultando em aberturas dos túbulos em forma de funil que não são favoráveis à união mecânica, as resinas são na maioria hidrofóbicas e não deslocam o fluido dentinário, não penetrando bem nas zona intertubular desmineralizada; e a contração de polimerização tende a deslocar os tags de resina das paredes. Os esforços têm se concentrado então em agentes capazes de formar uma ligação química com os componentes da dentina. Geralmente, a força de união é maior na dentina superficial do que na profunda, refletindo a diferença na quantidade de sólido para a ligação, e as diferenças no teor de umidade. A dentina pode adotar várias formas associadas com processos de doença e envelhecimento fisiológico, como dentina secundária, terciária, esclerótica e transparente. A dentina secundária caracteriza-se por estrutura tubular regular, com deposição não uniforme e resulta em redução gradual da câmara pulpar. A dentina terciária é depositada em áreas da parte interna da câmara, como resultado de uma agressão, tal como abrasão ou cárie. Tem estrutura menos regular, com poucos túbulos desalinhados. Dentina esclerótica e transparente são frequentemente usadas como sinônimo para se referir a dentina com mineralização e estrutura alterada em decorrência de cárie ou processo de irritação. Normalmente, essa dentina é mais dura e hipermineralizada, com os túbulos fechados, e age como uma barreira à penetração de substâncias. Nas lesões cervicais não-cariosas, descritas pelos autores como incertas e complexas, os túbulos estão normalmente ocluídos por depósitos minerais. Essas alterações são de grande relevância clínica, pois estudos demonstraram que a camada híbrida formada em dentina esclerótica é muito mais fina e apresenta poucas tags em comparação com a dentina oclusal normal. A lama dentinária, camada de restos de dentina formada pela instrumentação dental, também possui grande importância na adesão à dentina. Os autores apontaram que há vantagens e desvantagens de se manter ou remover a lama dentinária previamente à adesão. A maior desvantagem seria a diminuição da força de adesão à dentina subjacente, já que a lama dentinária oclui os túbulos. Outro fator importante para adesão é a quantidade de desmineralização necessária para a formação de uma camada híbrida reforçada. É importante ter desmineralização suficiente para permitir a penetração do adesivo, mas não tanto para deixar uma zona de colágeno fraco e colapsado. O estudo concluiu que tratamentos otimizados para a dentina são dependentes da estrutura local e das propriedades da área que sofrerá adesão.

Brännström e Johnson (1974) foram responsáveis por realizar os primeiros estudos a respeito da “lama dentinária”, que até então ainda não tinha sido definida. Em técnicas de estudos com microscopia, puderam comprovar a presença de uma fina camada de detritos que media aproximadamente 2 a 5 micrómetros de espessura. Um ano após (1975), McComb e Smith usando um microscópio eletrônico de varredura (MEV) descreveram esta camada, e observaram um aglomerado amorfo de detritos, com uma superfície irregular e granular. Esta camada de “lama” era composta por dentina, polpa e restos bacterianos, e surgia após o uso de instrumentos rotatórios que se fazem necessários para a remoção do tecido cariado. Ao término do preparo, esta se adere fracamente ao substrato dentinário.

De acordo com Brännström et al., (1967), a dentina livre de lama dentinária é fundamental para o processo de hibridização, no qual é necessária uma completa infiltração do adesivo na dentina anteriormente desmineralizada pelo ácido, com o intuito de selar os túbulos dentinários expostos, evitando a movimentação de fluídos intratubulares. Se não acontecer o perfeito selamento, pode ocorrer a sensibilidade dentinária, explicada pela teoria hidrodinâmica, a qual a movimentação desses fluídos intratubulares age nos mecanorreceptores pulpare.

Com o passar dos anos após notarem insucessos em várias tentativas de promover a adesão no tecido dentinário, houve um olhar mais crítico dos pesquisadores na busca por melhorar à adesão neste substrato. Fusayama et al., (1979) e Nakabayashi et al., (1982) foram responsáveis por comprovar através de estudos que o segredo para obter uma boa restauração no tecido dentinário, era a partir do condicionamento ácido deste tecido.

Atualmente, o mecanismo de adesão à dentina comumente utilizado, se faz com base no condicionamento ácido total, proposto por Fusayama et al. (1979), somado a técnica de hibridização da dentina desmineralizada (NAKABAYASHI; KOJIMA; MASHUARA, 1982).

Durante algum tempo, acreditou-se que os "tags", túbulos dentinários preenchidos por resinas de baixa viscosidade (adesivos), fossem os mais importantes no sistema retentivo. As evidências científicas apoiadas no microscópio eletrônico de varredura têm mostrado, entretanto, que a camada híbrida é mais importante nesse contexto do que os próprios "tags" (PERDIGÃO; SWIFT, 1994).

Eick et al. (1991) citaram que os estudos da década de 1970 foram esquecidos por causa do sistema de adesão ao esmalte existente na época. Na década de 1980, devido a ocorrências de sensibilidade pós-operatória em dentes posteriores que passaram a ser significativas, começou-se a investigar quais seriam as possíveis causas dessa sensibilidade. Os autores explicaram que se os túbulos dentinários expostos pelo condicionamento ácido não fossem

protegidos pelo sistema adesivo, isto poderia ocasionar sensibilidade pós-operatória; além disso, a contração de polimerização das resinas era suficiente para romper o adesivo e contribuir com a sensibilidade.

### 3.4 CONDICIONAMENTO ÁCIDO

Em uma revisão de literatura, MANDARINO (2003) afirmou que nas décadas passadas, uma das maiores contradições foi quanto ao uso do ácido na superfície do complexo dentino pulpar, já que, até recentemente, era relatado de forma geral pela classe odontológica, que a aplicação deliberada do ácido fosfórico 37 ou 50% na superfície da dentina propiciava grandes chances de causar necrose pulpar. Porém isto foi baseado principalmente em estudos laboratoriais e observações clínicas, geralmente, relacionados aos sistemas adesivos de primeira geração, que ainda não estavam completamente aperfeiçoados. Outro argumento bastante utilizado pelos pesquisadores era contra a remoção da lama dentinária, que segundo eles propiciava fáceis caminhos para as bactérias atingirem a polpa dental.

O ácido ideal deve agir em tempo clínico razoável e possibilitar a formação de poros e/ou irregularidades, através dos quais os monômeros do material resinoso possam penetrar e desenvolver adesão micromecânica. Portanto, a preferência pelo uso do ácido fosfórico para se condicionar os tecidos dentais, se deve principalmente a sua agilidade, já que produz uma porosidade adequada em tempo clínico reduzido, levando a ótimos resultados de retenção (Carvalho et al., 1998).

De acordo com Silverstone et al., (1975), o ácido fosfórico age na superfície do esmalte dental principalmente de duas maneiras: alterando o contorno superficial da região ao remover totalmente uma camada de aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ , onde estão os cristais quimicamente não reativos e a película adquirida, aumentando a energia de superfície; e também transformando o esmalte subjacente num tecido altamente poroso, com profundidade média de 20  $\mu\text{m}$ , sendo a perda do mineral considerada de forma qualitativa, ou seja, em locais específicos dos prismas, gerando aumento da área superficial.

De acordo com Mandarin (2003), existe alguma controvérsia sobre a concentração do ácido fosfórico, que promove um bom padrão de condicionamento, porque têm sido descrito que algumas concentrações formam precipitados na superfície que interferem na adesão. O ácido fosfórico acima de 50% dissolve pouco a apatita, pois se formam produtos da reação de forma mais rápida, devido á difusão dos prótons no tecido, limitando, portanto a sua penetração (CHOW, BROWN, 1973). Ao mesmo tempo, se a concentração do ácido for

inferior a 30%, ocorrerá formação em maior quantidade do fosfato dicálcio diidratado, que não é totalmente solúvel na água, e esse produto da reação prejudicaria a união mecânica entre o esmalte e o material restaurador. O ácido fosfórico na concentração entre 30 e 50% leva à formação de pequena quantidade do fosfato monocálcio monoidratado, como principal produto da reação, e esse é altamente solúvel em água, facilitando sua posterior remoção e penetração do agente de união nas irregularidades criadas no substrato. Assim, como resultado de muitos estudos acerca deste tema, a maioria das fórmulas deste ácido é comercializada na concentração de 30 a 40% (Reis et al., 2007)

### **3.5 CLASSIFICAÇÕES DOS SISTEMAS ADESIVOS**

Oliveira et al., (2010), afirmaram em uma revisão de literatura que diversos tipos de sistemas adesivos encontram-se disponíveis no mercado, o que torna difícil selecionar o material ideal, frente aos diversos passos clínicos e cuidados a serem tomados durante a sua utilização. Nota-se o objetivo de simplificar cada vez mais as técnicas de aplicação, e também que as formulações dos produtos estão sendo modificadas de maneira que se tornem mais hidrofílicas e compatíveis com o substrato dentinário. Norling (2003) relatou em uma revisão de literatura, que uma grande variedade de produtos químicos tem sido investigada e comercializada na procura por materiais que possam produzir união forte e permanente à dentina.

De acordo com Coelho et al., (2012) a enorme quantidade de sistemas adesivos amelodentinários, implicou na necessidade de classificá-los, e assim foram organizados a partir de três categorias principais.

#### **3.5.1 CLASSIFICAÇÃO DOS ADESIVOS QUANTO À GERAÇÃO**

A classificação quanto às gerações, segundo a maioria dos autores e pesquisadores é a classificação mais didática e utilizada. Deve-se ressaltar, que os adesivos das primeiras gerações já não são mais utilizados, e nem sempre a geração seguinte significa ser melhor que a anterior, já que há um vasto estudo em andamento a respeito deste tema.

#### **ADESIVOS DE PRIMEIRA GERAÇÃO**

Os adesivos de primeira geração surgiram na década de 50 e 60, e utilizavam os metacrilatos, um componente que formava uma união química muito frágil com os íons cálcio da dentina. Outro polímero usado era o poliuretano, que servia como veículo de aplicação de

flúor e aderir ao conteúdo inorgânico do esmalte através de reações químicas com grupamentos livres de isocianeto (Buonocore 1973). A primeira geração de adesivos tinha como objetivo unir-se à dentina através da reação de quelação com o cálcio, porém houve muitas dificuldades quanto à manipulação clínica do produto, instabilidade, decomposição por hidrólise intraoral e baixas forças adesivas, tudo isso era insuficiente para resistir à alta contração de polimerização e ao elevado coeficiente de expansão térmica das resinas acrílicas restauradoras que eram usadas na época (Kugel, Ferrari 2000; Norling 2003).

### **ADESIVOS DE SEGUNDA GERAÇÃO**

Para Barkmeier et al, (1992) a segunda geração de adesivos que surgiu no final da década de 70, teve como principal modificação a introdução de novos grupamentos químicos que ficaram conhecidos como adesivos fosfatados, houve então a substituição do metacrilato pelo BIS-GMA. O objetivo era melhorar a adesão entre as partículas de carga e a matriz de resina. Nessa geração, a lama dentinária tinha muita importância, já que o mecanismo de adesão desses adesivos era baseado na ligação iônica entre os grupos fosforilados da resina com o cálcio presente na lama dentinária. Porém, a ligação à dentina não foi forte o suficiente para resistir à hidrólise intrabucal, o valor de resistência era ainda muito abaixo do esperado, e houve muitos relatos de microinfiltração marginal (Kugel, Ferrari 2000). O principal motivo que levou ao fracasso destes adesivos foi o fato de basearem sua adesão diretamente à lama dentinária, porém sem o processo de condicionamento ácido. Assim, a resistência adesiva destes sistemas ficou limitada à resistência coesiva da própria “lama”, ou da dentina subjacente, as quais possuíam valores muito baixos de resistência adesiva.

### **ADESIVOS DE TERCEIRA GERAÇÃO**

Na terceira geração, foi realizada pela primeira vez a técnica de condicionamento ácido da dentina, com o objetivo de modificar ou remover parcialmente a lama dentinária, além disso, surgiram os “primers” que são compostos orgânicos com um grupamento hidrofílico funcional, que une-se à dentina, e um grupo hidrófobo que une-se ao adesivo propriamente dito. Os procedimentos de adesão deste grupo envolviam: 1) aplicação do condicionador, que nessa época incluía agente quelantes, como o HEMA, e ácidos fracos, tais como o ácido cítrico, nítrico, maleico, oxálico ou fosfórico todos em baixas concentrações, com a finalidade de abrir parcialmente os túbulos dentinários e aumentar a permeabilidade da lama dentinária e assim permitir a penetração da resina na dentina subjacente; 2) aplicação do Primer; 3) aplicação do agente adesivo, uma resina sem carga (Pashley et al., 1998). O Primer consiste

em uma molécula bifuncional, aonde de um lado há monômeros hidrofílicos (bifenil-dimetacrilato), com afinidade para as fibras de colágeno expostas, que por esse motivo se infiltravam na lama dentinária, e o outro lado possuindo grupos hidrófobos, que se ligavam quimicamente à resina adesiva. Essa propriedade do primer permitiu uma melhor atração mecânica com a dentina, em oposição à adesão puramente química, presente nas gerações anteriores (Van Meerbeek et al., 1998). Portanto, afirmou-se que esse teria sido o principal motivo, de uma notável melhora na resistência adesiva durante aquela época. Redução considerável da infiltração marginal, aumento da capacidade de união à dentina, técnica de aplicação mais complexa pelo uso do primer, também foram outras considerações importantes desse sistema.

De forma geral, as três primeiras gerações de adesivos tiveram seu uso baseados na utilização de grupamentos ácidos para formar reações com o cálcio, e dos polímeros metacrilatos para copolimerizar com a resina. A adesão foi embasada na modificação da lama dentinária, seguindo o conceito de que esta camada constituía uma barreira de proteção natural para a polpa. A interação dos adesivos com a dentina foi superficial, e o esmalte necessitava de um condicionamento ácido mais forte do que era utilizado (Van Meerbeek et al., 1998).

Até meados dos anos 80, o condicionamento da dentina com ácido fosfórico era desencorajado tanto nos EUA quanto na Europa, pois havia o consenso de que a exposição dos túbulos dentinários levaria à irritação pulpar, inflamação, e potencialmente à morte do tecido pulpar pela exposição aos componentes do agente condicionador, sistemas adesivos e materiais restauradores. Entretanto, estudos feitos por um conceituado pesquisador japonês, que defendia o condicionamento agressivo em dentina, foram bem aceitos e já tinham o seu uso bem praticado no Japão. Tal estudo defendia que vários materiais que antes se acreditava serem altamente irritantes à polpa, tinham agora suas propriedades conhecidas, e poderiam ser tolerados quando colocados em contato direto com o tecido pulpar, desde que houvesse uma proteção contra a entrada de bactérias e a microinfiltração fosse prevenida (Retief et al., 1974; Stanley et al., 1975).

### **ADESIVOS DE QUARTA GERAÇÃO**

A partir da quarta geração de adesivos, os materiais usados não tiveram uma evolução importante em relação às suas formulações, já que estas permaneciam quase a mesma, porém o grande fator responsável por revolucionar as técnicas adesivas, foi quanto à linha de pensamento dos pesquisadores em relação ao condicionamento ácido da dentina, já que estes

passaram a preconizar a remoção total da lama dentinária e exposição das fibras de colágeno. Tal técnica ficou denominada condicionamento ácido total ou total-etch (Fusayama et al, 1979).

A partir de sua pesquisa, Fusayama et al., (1979) desmistificaram o ataque ácido em dentina, assim o “all-etch” ou “total-etch” foi preconizado. No condicionamento ácido total, há a remoção integral da “lama dentinária” e abertura da embocadura dos túbulos dentinários. Outro importante conceito para consolidar a técnica adesiva de quarta geração, foi quanto à formação da camada híbrida. Definida por Nakabayashi et al., (1982) como uma combinação resultante da dentina e polímero que pode ser definida como a impregnação de um monômero à superfície dentinária desmineralizada, formando uma camada ácido-resistente de dentina reforçada por resina. A camada híbrida é uma zona de transição entre a resina polimerizada e o substrato dentinário, formada por uma mistura de componentes dentinários, monômeros resinosos e resina polimerizada ao nível molecular.

Nesta geração, o processo de adesão era composto de três passos separados: condicionamento simultâneo de esmalte e dentina com ácido fosfórico entre 30 e 40%; aplicação do primer bifuncional; e aplicação da resina adesiva, de modo que preencha os espaços entre as fibras de colágeno, e sele a abertura dos túbulos dentinários. É importante reconhecer a simplificação nos procedimentos clínicos, proporcionada pelo conhecimento de que o ácido fosfórico poderia ser utilizado para se condicionar tanto o esmalte quanto à dentina simultaneamente. As gerações anteriores atuavam com passos separados de condicionamento para esmalte e dentina, assim era evidente que utilizar diferentes condicionadores em dois tecidos adjacentes era de difícil realização. Apesar de ter havido uma pequena facilitação do processo adesivo, há de ressaltar que a técnica ainda era muito complexa e existiam várias oportunidades para o erro nesta sequência, em função do grande número de passos envolvidos, e também porque cada um deve ser cumprido em tempo específico. Resumidamente, as características únicas dos sistemas adesivos dentinários de quarta geração, incluem a técnica do condicionamento ácido total e o processo de adesão úmida. Além disso, vale exaltar a ruptura com as opiniões tradicionais de que nunca se deveria considerar a extensão do condicionamento ao tecido dentinário, e que uma boa técnica envolveria uma ampla secagem, tanto de esmalte quanto dentina, antes da aplicação dos sistemas adesivos (Norling, 2003).

## **ADESIVOS DE QUINTA GERAÇÃO**

A quinta geração adesiva não trouxe consigo muitas inovações, no que se refere à composição dos materiais, e, deste modo seguiu a filosofia da época que buscava simplificar a aplicação, diminuindo o número de passos, e o tempo de trabalho, para que houvesse uma diminuição dos erros técnicos do operador (Tay, Pashley, 2002; Kaaden et al, 2002). A modificação mais relevante foi quanto à união do primer e adesivo em um único frasco. Porém, o conceito de adesão era semelhante ao da geração anterior, que preconizava condicionamento ácido em relação à dentina úmida, como forma de aperfeiçoar a formação da camada híbrida.

Reis et al, (2004) referiram que, para ocorrer uma boa adesão, é necessária a desmineralização da dentina e a exposição da rede de fibras colágenas. Quando essa dentina é desidratada, no entanto, pode ocorrer um colapso das fibras colágenas, diminuindo a penetração dos monômeros e também a adesão. É requerida umidade na dentina para que os sistemas adesivos com condicionamento ácido tenham efeito; entretanto, é difícil saber o quão úmida essa dentina deve ficar, principalmente quando se usam solventes diferentes. Cada sistema adesivo exige uma umidade; os solventes mais usados são à base de álcool, acetona e água.

De encontro a essas melhorias, nessa época houve uma dificuldade em definir qual seria o grau “ideal” de umidade, já que esta de forma excessiva diluiria os monômeros do Primer, comprometendo a adesão. Essa geração permitiu a chegada de novos erros clínicos, dos quais o mais relatado foi quanto ao condicionamento excessivo da dentina. Que induzia uma desmineralização dentinária muito profunda, e impedia a completa penetração de resina composta, gerando uma sensibilidade pós-operatória, e favorecendo a permanência de uma zona porosa sob a camada híbrida, mais predisposta a sofrer infiltração, que mais tarde foi denominada nanoinfiltração (Sano, 2006). A possibilidade de conseguir adesão aos tecidos dentais mineralizados, sem a necessidade da realização do condicionamento ácido previamente a aplicação do sistema adesivo, lavagem e secagem convencionais, foi uma das razões que resultou na criação de um novo grupo de sistemas adesivos, os autocondicionantes.

De acordo com Carvalho et al (2004), estes produtos são formados por primers ácidos auto-condicionantes e grande quantidade de solventes orgânicos para deixar a solução fluida o suficiente para infiltrar-se nos tecidos dentais, além de uma resina de baixa viscosidade com características hidrofóbicas, semelhante ao sistema adesivo convencional de três passos.

## **ADESIVOS DE SEXTA GERAÇÃO**



A sexta geração de adesivos surgida no final da década de 90, é desempenhada pelos Primers Autocondicionantes, que juntamente com os Adesivos Autocondicionantes (7ª geração) representa os materiais mais atuais e inovadores do mercado, e também recentemente os que estão sendo mais abordados em estudos por pesquisadores. O seu grande benefício em relação às gerações passadas está no fato de estes adesivos eliminarem os passos de lavagem e secagem dos substratos pós-condicionamento ácido, assim como um melhor controle da umidade. Tal fato ocorre a partir da união do ácido com um primer, criando um primer autocondicionante. Isso foi possível graças à adição de monômeros resinosos de caráter ácido que, simultaneamente à desmineralização, infiltram-se na intimidade da dentina e copolimerizam-se após a fotoativação. Como consequência a lama dentinária não é dissolvida por completo, e sim incorporada à interface de união. A interface de união tende a ser menos espessa que a formada com os sistemas adesivos que preconizam o condicionamento ácido total (Kenshima et al., 2006).

Os sistemas autocondicionantes de 02 passos, também denominados primers autocondicionantes e/ou self-etching primers, tiveram em sua formulação, a associação entre primer e ácido. O Primer Acidificado é aplicado primeiramente, seguido da aplicação do adesivo (Carvalho et al., 2004).

De acordo com Garone Filho, (2002) seu principal mecanismo de ação se baseia, na capacidade de atuar simultaneamente como um condicionador de esmalte e dentina, e como primer, impedindo que ocorra uma camada desmineralizada e não infiltrada por adesivo, compreendendo que a desmineralização da dentina e penetração do adesivo ocorrem ao mesmo tempo. Outra peculiaridade desse sistema, é que se dispensa a etapa de lavagem, a lama dentinária e a hidroxiapatita dissolvida pelo adesivo autocondicionante ficam a ele incorporadas. Assim, a desmineralização e hibridização tornaram-se correspondentes, uma vez que a infiltração no colágeno e a desmineralização dos componentes inorgânicos da dentina passaram a ocorrer em simultâneo e exatamente à mesma profundidade que a penetração dos monômeros adesivos.

LAXE et al., (2007) relataram que esses materiais são menos sensíveis às questões de umidade superficial da dentina, evitando a sensibilidade pós-operatória quando comparados aos sistemas convencionais. Isto ocorre porque o primer é acidificado, ou seja, ao mesmo tempo em que condiciona a estrutura dentária, promove junto com o adesivo, um embricamento micromecânico, o que elimina uma etapa, o condicionamento com ácido fosfórico e sua posterior lavagem e secagem, resultando em uma área de menor

desmineralização da estrutura dentária (AHID, et al.; 2009) e significativa redução da sensibilidade pós-operatória (CUNHA, et al., 2007).

De acordo PASHLEY et al., (1997), em uma revisão de literatura, estes primers ácidos apresentam capacidade tampão, com um pH entre 1,5 e 4,5 na superfície dentinária um minuto após a aplicação, o que preserva o ataque da dentina mineralizada sadia subjacente.

## **ADESIVOS DE SÉTIMA GERAÇÃO**

A sétima geração de adesivos, nada mais é do que a evolução dos Primers Autocondicionantes, resultando num produto de frasco único, que contém o agente condicionador, primer hidrofílico e o adesivo resinoso, todos em uma única embalagem. Nesse sistema também dispensa-se a etapa de lavagem e secagem, já que seu mecanismo de ação o permite ser tolerante a presença de água na superfície dos substratos. Os sistemas adesivos de 01 passo, conhecidos como Adesivos Autocondicionantes e/ou self-etching adhesives, permitiram a união do primer ácido com a resina adesiva, e assim uma única solução é aplicada sobre os substratos dentários (Perdigão et al, 1997; Ernst, 2004; Torres, 2004).

Perdigão, Ritter (2003) sugeriram que inúmeros sistemas adesivos de frasco único têm sido lançados no mercado, atraindo a atenção dos profissionais, pois a facilidade de uso e rapidez de aplicação são fatores importantes na seleção do material.

Os adesivos de autocondicionamento seguem uma filosofia de adesão diferenciada dos adesivos de gerações anteriores, já que buscam penetrar, dissolver e incorporar a lama dentinária ao adesivo, em apenas um único passo clínico. A desmineralização e a hibridização tornaram-se assim correspondentes, toda região de dentina desmineralizada é penetrada pelos monômeros adesivos, resultando numa interface contínua de tecido dental e resinas adesivas (Van Meerbeek et al., 1998; Perdigão, Lopes, 1999).

Carvalho et al., (2004) afirmaram que devido ao fato de serem ácidos e não serem lavados após sua aplicação, poderia se pensar que causam uma desmineralização ilimitada dos tecidos dentários. No entanto, isto não ocorre, pois os tecidos mineralizados do dente possuem capacidade de tamponamento das substâncias ácidas do material, neutralizando, após alguns segundos, sua ação desmineralizante. Os monômeros acidificados do primer são em algum ponto neutralizados pelos íons cálcio, fosfato e hidroxila, liberados a partir da hidroxiapatita durante a sua dissolução (Watanabe et al., 1994; Gordan et al., 1997).

De acordo com Pashley, Carvalho, 1997; Tay et al., 2001; Wang, Spencer, 2005, os adesivos de autocondicionamento são baseados em água, que é o solvente fundamental para reações químicas, constitui o meio para ionização dos monômeros acidificados e gera os íons de hidrogênio necessários para a desmineralização do tecido dentário.

Van Landuyt et al. (2006) realizaram estudo in vitro para avaliar a força de união dos adesivos autocondicionantes ao esmalte e à dentina, com e sem condicionamento ácido. Restaurações foram realizadas em superfícies de esmalte e dentina de molares humanos parcialmente divididos em duas metades por um sulco raso. Uma metade foi condicionada com ácido fosfórico previamente à aplicação do adesivo, a outra apenas seguiu as instruções do fabricante. Depois de 24 horas de armazenagem, micro-espécimes foram obtidos e realizado teste de microtração. Esse estudo concluiu que a eficácia de ligação de Clearfil SE Bond pode ser melhorada por condicionamento prévio das margens de esmalte com ácido fosfórico. No entanto, o condicionamento da dentina levou à formação de uma camada híbrida de baixa qualidade, propensa a nanoinfiltração e com menor força de adesão, o que levou os autores a recomendar que o condicionamento prévio em adesivos autocondicionantes deva se limitar ao esmalte.

Toledano et al. (2007) realizaram um estudo para avaliar a longevidade da união resina-dentina de 03 adesivos utilizando diferentes meios de armazenamento e tamanhos de amostra. Superfícies planas de dentina de terceiros molares humanos extraídos foram restauradas utilizando um adesivo de condicionamento prévio de dois passos (Single Bond), um adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil SE Bond), e um adesivo autocondicionante de passo único (One-Up Bond F). Os dentes restaurados foram armazenados em três condições: secos, em água destilada ou óleo mineral. A metade das amostras foi armazenada intacta, a outra metade foi primeiro seccionada em vigas e armazenada sobre as mesmas condições. Depois de um período de armazenamento de 24 h, 03 meses ou 01 ano, os dentes intactos foram seccionados em vigas e ambos os grupos passaram por teste de microtração. Os resultados indicaram que, após 24 h, Single Bond e Clearfil SE Bond foram igualmente superiores ao One-Up Bond F. Depois de 03 meses, houve diminuição na força de adesão para SingleBond e One-UpBondF, e para o Clearfil SEBond depois de 12 meses. As amostras armazenadas secas não tiveram alteração na força de união ao longo do tempo. As amostras de Single Bond armazenadas em óleo mineral tiveram força de união aumentada após 03 e 12 meses. Os autores concluíram que a água tem um importante papel na degradação de interface adesiva. A presença de esmalte circundante infiltrado por resina exerceu um efeito protetor na união resina-dentina, exceto para o adesivo de um passo. Quando um primer adesivo é

utilizado no sistema adesivo autocondicionante de dois passos, a degradação da união resina-dentina é atrasada.

Perdigão et al. (2013) avaliaram por 18 meses a performance clínica do adesivo multimodo Scotchbond Universal em lesões cervicais não-cariosas. Trinta e nove pacientes participaram do estudo. Foram realizadas 200 restaurações, divididas em 4 grupos, de acordo com a estratégia adesiva: com condicionamento ácido prévio e dentina úmida, com condicionamento ácido e dentina seca, com condicionamento seletivo do esmalte e autocondicionante. As restaurações foram avaliadas após 18 meses usando dois critérios: FDI (World Dental Federation) e USPHS (United States Public Health Service). Os pesquisadores concluíram que a retenção clínica do adesivo aos 18 meses não depende da estratégia adesiva utilizada. Este estudo, porém, apresenta limitações, pois 18 meses ainda é um período de tempo curto para se avaliar as propriedades de um adesivo.

Proença et al (2007) avaliaram a resistência à microtração de sistemas adesivos autocondicionantes (com e sem condicionamento ácido) e adesivos de condicionamento prévio, ligados a diferentes regiões da dentina. Noventa e seis molares humanos foram preparados com uma cavidade plana em dentina, se estendendo do topo da coroa ao ápice radicular do mesmo dente, expondo três regiões diferentes de dentina diferentes: coronal, cervical e radicular. Os dentes foram divididos em 6 grupos e o procedimento adesivo foi realizado utilizando adesivos autocondicionantes de dois passos (Clearfil SE Bond, Resulcin Aqua Prime) e um passo (Etch & Prime 3.0, One-Up Bond, Prompt L-Pop, Solist e Futurabond) , aplicados com e sem condicionamento ácido prévio, e dois grupos com adesivos de condicionamento prévio (Single Bond e Prime & Bond NT). Restaurações de resina composta foram confeccionadas e os espécimes foram posteriormente seccionados e testados em tensão. O sistema autocondicionante de dois passos obteve a maior resistência de união, para todas as regiões de dentina analisadas. O condicionamento prévio com ácido fosfórico em dentina cortada paralelamente não aumentou a resistência de união e as diferenças não existem quando se compara a força de microtração alcançadas por sistemas adesivos de uma etapa ou de condicionamento prévio, para as diferentes regiões da dentina.

Muñoz et al. (2013) avaliaram a força de união, nanoinfiltração e grau de conversão da camada híbrida, para as estratégias de condicionamento prévio e autocondicionantes, de adesivos universais simplificados. Quarenta molares humanos foram preparados para expor a dentina, e divididos em 8 grupos para serem restaurados de acordo com a estratégia adesiva: Clearfil SE Bond e Adper Single Bond 2 como controles; Peak Universal, Scotchbond Universal e All Bond Universal como autocondicionantes ou com condicionamento prévio.

Os autores concluíram que o desempenho dos adesivos universais é dependente do material. Os resultados indicaram que esta nova categoria de adesivos, independente da estratégia utilizada, foram inferiores aos adesivos do grupo controle para pelo menos uma das propriedades avaliadas.

Van Landuyt (2010) testou a resistência de união ao esmalte e a dentina de 5 adesivos autocondicionantes moderados, 3 de um passo ([Clearfil S Bond (Kuraray), G-Bond (GC), e iBond (Heraeus-Kulzer)) e 2 de dois passos [Clearfil SE (Kuraray) e Clearfil Protect Bond (Kuraray)]. Optibond FL (Kerr) foi usado como controle. Foram utilizados molares humanos, preparados para teste de microtração em forma de palitos após a restauração. Os palitos foram testados imediatamente ou armazenados por seis meses em solução aquosa. Enquanto a força de união se manteve estável no esmalte após os 6 meses, para todos os adesivos, na dentina a força de união diminuiu significativamente para os adesivos de um passo.

### **3.5.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ADESIVOS QUANTO AO NÚMERO DE PASSOS CLÍNICOS**

Os sistemas adesivos atuais de maneira geral podem ser divididos em 03 grupos: a) O primeiro é dividido em 03 passos (convencional de 03 passos), contendo ácido, primer e adesivo em frascos separados; b) O segundo apresenta primer junto ao adesivo, com ácido separado, e/ou primer com ácido, tendo o adesivo em outro frasco (convencional de 02 passos); e c) por último o sistema em que há os três componentes em um único frasco, sendo conhecido como de um passo (autocondicionante). O primer tem como papel importante: estabilizar a rede de fibras colágenas e promover a evaporação do excesso de água da dentina. Aumentando a energia de superfície e ligando o adesivo à dentina por suas fibras colágenas, formando a camada híbrida. O ácido tem como papel principal a remoção da lama dentinária, e desmineralização superficial da camada dentinária. Já o adesivo tem a função de união do dente à restauração; preenchendo espaços vazios deixados pelo condicionamento ácido, entre as fibras de colágeno e dentro dos túbulos dentinários. (BARATIERI et al., 2010).

### **3.5.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS QUANTO À FORMA DE TRATAMENTO DA LAMA DENTINÁRIA**

Sistemas adesivos que modificam a lama dentinária e a incorporam durante o processo de adesão, estes utilizam único passo (adesivo resinoso) e dois passos de aplicação (primer e

adesivo); - sistemas adesivos que removem a “lama” através da utilização de condicionamento ácido são encontrados em dois passos (condicionamento ácido, primer e adesivo em frasco único) e em três passos de aplicação (condicionamento ácido, primer e adesivo em frascos separados); e – sistemas adesivos que dissolvem a smear layer, envolvem dois passos de aplicação (primer autocondicionante e adesivo) (Van Meerbeek et al., 1998).

### **3.6 MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL**

Apesar do constante avanço dos materiais restauradores dentários, principalmente em relação aos sistemas adesivos e resinas compostas, ainda relatam-se diversos problemas associados ao uso destes compostos. Para que se pudesse analisar a interface dente/material restaurador, assim como avaliar a qualidade desses novos materiais, sugeriu-se a criação de protocolos de avaliação, dos quais destacam-se os testes de microinfiltração e resistência de união. A finalidade destes testes é conhecer as falhas e promover melhorias dos materiais.

A contração de polimerização, a má utilização dos sistemas adesivos, e a grande força resultante dos movimentos mastigatórios, são fatores que podem facilitar a ruptura entre o sistema adesivo e os substratos dentários (Alani, Toh, 1997). Sabe-se, que uma das maiores preocupações em relação à longevidade de restaurações que utilizam sistemas adesivos e resina composta, é quanto à possibilidade de infiltração das margens, que favorecem a ocorrência de sensibilidade pós-operatória e cáries recidivantes.

Para Pashley e Carvalho (1997), o grande desafio dos materiais restauradores é o de vedar completamente suas margens. O espaço microscópico que tende a se formar entre o material restaurador e a estrutura dental é o suficiente para permitir a entrada de bactérias, podendo ainda causar descoloração e cáries recorrentes, e levar a patologia pulpar. De acordo com Taylor, Lynch (1992), a microinfiltração pode ser definida como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede do preparo cavitário e o material restaurador aplicado.

Myaki; Balduci (2005) realizaram um estudo “in vitro”, com o objetivo de avaliar a microinfiltração em restaurações ocluso-proximais realizadas em dentes decíduos, com o uso de resinas compostas híbridas. Para isso utilizaram como pré-tratamento de esmalte e dentina um sistema adesivo monocomponente (convencional de 02 passos), um sistema adesivo autocondicionante all-in-one (autocondicionante de 01 passo), e um sistema adesivo monocomponente associado a um agente condicionador não lavável. Foram selecionados quinze molares decíduos, onde foram confeccionados preparos cavitários ocluso-proximais.

Estes foram divididos aleatoriamente em três grupos, de acordo com o pré-tratamento. G1 (n=10): condicionamento com ácido fosfórico a 36% e aplicação do sistema adesivo Prime & Bond NT; G2 (n=10): aplicação do sistema adesivo autocondicionante Prompt L-Pop; G3 (n=10): aplicação do agente condicionador não lavável (NRC), seguida da aplicação do sistema adesivo Prime & Bond NT. Todas as amostras foram restauradas com resina composta Z-250 (3M). As amostras foram termocicladas, parcialmente impermeabilizadas e armazenadas em solução traçadora. Após o seccionamento das amostras estas foram avaliadas quanto à microinfiltração. Os dados foram tabelados e sofreram tratamento estatístico pelo Teste de Kruskal-Wallis ( $P=0,0001$ ). Observou-se que as amostras do Grupo 01 apresentaram os menores valores de microinfiltração (com diferença significativa) e as amostras dos Grupos 02 e 03 as maiores, sendo que entre elas não houve diferença estatisticamente significativa. A partir dos resultados obtidos conclui-se com o estudo que: os diferentes pré-tratamentos do esmalte e dentina empregados, possibilitaram valores variados de microinfiltração; o uso de um sistema adesivo monocomponente (convencional de 02 passos), onde se emprega o ácido fosfórico previamente à aplicação do sistema adesivo possibilitou os menores valores de microinfiltração.

Costa et al., (2003) realizaram um estudo “in vitro” com a intenção de avaliar a infiltração marginal de três sistemas adesivos (convencional de 03 passos, convencional de 02 passos, autocondicionante de 02 passos) em restaurações do tipo classe II, restauradas com resina composta e margem cervical localizada em dentina. Para realização do estudo, foram preparadas setenta e cinco cavidades classe II, em dentes bovinos, com margem gengival localizada 1,0 mm além da junção esmalte/cimento. Em seguida, foram numeradas e divididas aleatoriamente em três grupos de acordo com o sistema adesivo utilizado: Grupo SBMP – sistema adesivo múltiplos frascos, Scotchbond Multi Uso; Grupo PB 2.1 – sistema adesivo frasco único, Primer & Bond 2.1; Grupo CLB2V – sistema adesivo “autocondicionante”, Clearfil Liner Bond 2V. As cavidades foram restauradas com resina composta em três incrementos horizontais. Após polimento, os dentes foram submetidos a 1000 ciclos térmicos em água destilada em banhos de  $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Após impermeabilização com esmalte cosmético, os dentes foram imersos em azul de metileno a 2% tamponado por 4 horas. Logo depois, foram seccionados no centro das restaurações e analisadas quanto ao grau de infiltração em lupa estereoscópica com 50 vezes de aumento. Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis ( $p > 0,05$ ) e expressos através da soma das ordens: Grupo SBMP – 936,50; Grupo PB 2.1 – 1053,00; Grupo CLB2V – 860,50. Embora o adesivo Clearfil Liner Bond 2V tenha apresentado menores índices de microinfiltração, não

houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $\alpha=0,4531$ ). Com os resultados obtidos no estudo, concluiu-se, que os três sistemas adesivos estudados não foram capazes de impedir a microinfiltração na margem gengival de restaurações classe II de resina composta, e o adesivo “autocondicionante” comportou-se da mesma forma que os adesivos convencionais, que utilizam o ácido fosfórico como agente condicionador.

Nunes et al., (2009), realizaram uma pesquisa, com o objetivo de avaliar *in vitro*, a efetividade de dois sistemas adesivos autocondicionantes, um com carga (Self etch Bond - Vigodent) e outro sem carga (Clearfill SE Bond - Kuraray), sobre a dentina condicionada, utilizando uma resina composta micro-híbrida Z-250 - 3M. Para a realização desta pesquisa, foram utilizados 30 dentes pré-molares humanos recém-extraídos por razões ortodônticas, que após a extração foram armazenados por 72 horas em solução de formalina, após o armazenamento houve a lavagem dos dentes com pedra-pomes, água e taça de borracha, para após isto serem confeccionadas cavidades padronizadas do tipo classe V, nas faces vestibular e lingual de cada elemento dental, totalizando 60 cavidades (duas em cada dente). Os 30 dentes preparados, foram divididos em três grupos, para posterior processo de restauração com os materiais a serem testados: Grupo I (controle) - sem condicionamento ácido + resina micro-híbrida e restaurações com a resina composta Z-250 - 3M. Grupo II – adesivo de frasco único com carga + ácido e resina micro-híbrida (sistema da resina composta Z-250). – Grupo III – adesivo autocondicionante sem carga + resina micro-híbrida (sistema da resina composta Z-250). Após o processo de restauração e acabamento, os dentes foram submetidos à ciclagem térmica a temperatura de 5°C/55°C e houve aplicação de corante azul de metileno a 2%. Para então, serem avaliados sob dois aspectos: 1) tipos de adesivos dentinários: adesivo autocondicionante (sem carga) e restaurados com resina composta micro-híbrida; adesivo de frasco único (com carga), no qual foi feito ataque ácido e restaurados com resina composta micro-híbrida; e 2) localização da parede cavitária (parede oclusal em esmalte e parede gengival em cimento). Os dados foram mensurados por meio de escores de 0 a 4 e processados estatisticamente pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, a fim de demonstrar o mais eficiente adesivo dentinário e a parede cavitária que menos permitiu a infiltração do corante. Após a coleta de resultados, pode se concluir que: dos sistemas adesivos testados, nenhum foi capaz de impedir a infiltração marginal. Não houve diferença significativa entre as paredes oclusal (esmalte) e cervical (cimento) e as faces vestibular e lingual. Os sistemas adesivos autocondicionantes (com carga e sem carga) não mostraram diferença estatística significativa entre si, apesar do autocondicionante sem carga apresentar os



menores escores de infiltração marginal. Houve diferença significativa entre o grupo I (controle) e os grupos II e III, com exceção do grupo II (esmalte lingual).

### **3.7 SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA**

Para Pashley (1996), a estrutura heterogênea da dentina, impõe uma imensa dificuldade de união dos materiais adesivos à sua estrutura. E, um dos problemas mais comumente relatados durante o processo de adesão, é a sensibilidade dentinária pós-operatória. Por mais que a adesão tenha sido melhorada com o passar das décadas, ainda existem muitos problemas não solucionados, dos quais a sensibilidade ainda é um dos mais prevalentes. De acordo com Pereira e Segala, (2002) muitas causas deste problema estão relacionadas ao operador propriamente dito: manutenção de tecido cariado, contaminação bacteriana, aquecimento exagerado durante o preparo e/ou falta de refrigeração, negligência na proteção do complexo dentinopulpar, secagem excessiva da dentina, excesso de umidade da dentina, aquecimento demasiado durante polímero, falta de ajuste oclusal entre outras.

Para Macchi (2003), um dos grandes desafios dos pesquisadores é reduzir a contração de polimerização, a qual é uma das grandes causadoras desse problema. A contração de polimerização gera tensões, que ao dissiparem-se através de deformações, podem ocasionar falhas no corpo da restauração ou na interface entre o adesivo e a superfície dentária. Quando a sensibilidade pós-operatória está relacionada à contração de polimerização duas situações distintas podem acontecer: a adesão do material restaurador à dentina é elevada e a força gerada pela contração de polimerização não consegue romper a interface adesiva criando uma área de tensão, normalmente localizada na base de das cúspides (Busato et al., 2002). Uma segunda situação existe quando a adesão é baixa, o que normalmente ocorre nas paredes de fundo, como a pulpar, onde o estresse gerado pela contração rompe a interface adesiva, formando um espaço, entre a restauração e a dentina, que é preenchido pelo fluido dentinário (Tay, Guinnett, Wei, 1996). Durante a mastigação, esse fluido é forçado para dentro dos túbulos gerando aumento de pressão dentro deles (Pereira e Segala, 2002).

As consequências clínicas de falhas adesivas dependem do local da interface em que ocorrem, se a falha ocorrer entre o fundo da camada híbrida e a dentina subjacente, terá risco de desmineralização, invasão bacteriana, sensibilidade dentinária e irritação pulpar. Isso indica que não houve completa infiltração dos monômeros na dentina desmineralizada, por consequência sem envolver e proteger as fibras colágenas desmineralizadas (Nakabayashi, Pashley, 2000a). O meio bucal é bastante desfavorável à manutenção, em longo prazo, de uma

interface adesiva estável sem falhas. A presença da saliva, alterações de temperatura, e os esforços mecânicos advindos da mastigação, são fatores que atuam na sua degradação (Van Meerbeek et al., 2003).

Os adesivos convencionais não permitem adesão em dentina seca, e os sistemas autocondicionantes principalmente os de passo único, apresentam características predominantemente hidrófilas, conferindo um potencial de degradação ao longo do tempo. A degradação dos adesivos pode levar à perda de retenção das restaurações ou infiltração marginal (Carvalho et al., 2003; Reis et al., 2004). Porém, Pereira e Segala (2002) afirmam que, com a evolução dos sistemas adesivos, introduzindo os autocondicionadores, falhas como condicionamento excessivo, secagem exagerada da dentina ou excesso de umidade, podem ser evitados. Prolongamentos resinosos bem aderidos à dentina intertubular ocasionam uma redução na permeabilidade dentinária e protegem a polpa contra a penetração bacteriana pelos túbulos, produtos bacterianos e mudanças no fluxo hidrodinâmico de fluidos, eliminando, assim, a sensibilidade dentinária (Nakabayashi, Pashley, 2000b). Van Meerbeek et al., (2003), avaliaram os benefícios e desvantagens em se utilizar adesivos que necessitam de condicionamento ácido total, de dois e três passos, e dos autocondicionantes de um e dois passos quanto à resistência à microtração. E concluíram que os adesivos de três passos se uniram mais fortemente à dentina que os outros, mas os de dois passos, tanto os autocondicionantes como os que necessitam de condicionamento ácido, não tiveram diferença significativa. E também, que os de pior resultados foram os autocondicionantes de um passo.

Existem várias teorias para explicar o mecanismo de sensibilidade dentinária, aonde, a mais bem aceita é a Teoria da Hidrodinâmica de Brannstrom, que propôs que a movimentação de material fluído ou semi-fluído que há dentro dos túbulos dentinários, acarreta em uma ativação sensorial de células nervosas da polpa, causando a dor.

#### **4. METODOLOGIA**

Para realização deste trabalho, foram pesquisados artigos científicos, teses, dissertações, referências literárias e monografias todos relacionados ao assunto sistemas adesivos. Foram utilizados para isso bases de dados on-line, nacionais e internacionais como PUBMED, GOOGLE ACADÊMICO, SCIELO e o portal CAPES. Para um correto delineamento do que se objetivou no TCC, e para a busca dos artigos, utilizou-se de palavras-chave para o assunto abordado como: "dentina" (dentin), "esmalte" (enamel), "sistema adesivo" (adhesive system). A pesquisa foi limitada aos artigos publicados em línguas portuguesa, inglesa e espanhola, e foi compreendido um intervalo bastante amplo nos anos de publicação, selecionando artigos publicados entre os anos de 1955 e 2014.

## 5. DISCUSSÃO

A primeira grande dúvida do profissional na dentística restauradora é em relação a qual o tipo de sistema adesivo deve-se utilizar. Para isso, ele deve compreender que houve uma evolução dos materiais com o decorrer do tempo, e também ter o conhecimento a respeito de sua classificação, e o que ela representa, para assim compreender suas principais indicações e limitações. Não é recomendado fazer a escolha do material a partir dos lançamentos do mercado, o profissional deve estar baseado em evidências científicas e formadoras de opinião confiáveis. Apesar dos diversos sistemas de classificação propostos para os adesivos, rotineiramente os classificamos em dois grandes grupos: os convencionais e os autocondicionantes. Os sistemas adesivos convencionais são assim denominados por terem seu uso baseados na técnica de condicionamento ácido total proposta por Fusayama et al., (1979), que preconiza a aplicação de ácido fosfórico 37% em esmalte e em dentina, com o objetivo de fazer a completa remoção da lama dentinária. Os adesivos convencionais são divididos em dois grupos (03 passos e 02 passos), nos quais os convencionais de 03 passos representam a quarta geração de adesivos (Norling, 2003; Carvalho, 2004; Reis, 2006; Baratieri, 2010). São chamados de três passos, pelo fato de necessitarem três etapas operatórias, aplicação do ácido fosfórico nos dois substratos dentais, aplicação do primer hidrofílico, e aplicação do adesivo propriamente dito (Cardoso, Sadek, 2003). O sistema de 02 passos desempenha a quinta geração, que com o objetivo de simplificar a técnica juntou o primer e o adesivo em um único frasco. Assim, nesse sistema, temos a aplicação do ácido fosfórico 37%, seguidas de lavagem e secagem, e posterior aplicação do primer/adesivo (Tay, Pashley, 2001). Nos sistemas adesivos convencionais realiza-se um condicionamento ácido das estruturas dentais, previamente a aplicação do adesivo propriamente dito (Cardoso, Sadek 2003). Tal etapa permite a promoção de retenções micromecânicas entre o colágeno dentinário e o adesivo, formando a camada híbrida. Sistemas adesivos de condicionamento ácido total de 03 passos podem ser chamados didaticamente de multicomponentes. No qual cada componente é disponibilizado em frasco separado (ácido+primer+adesivo), e ainda hoje esse material apresenta o padrão ouro da adesão odontológica (Baratieri et al., 2010). Sistemas adesivos monocomponentes são os sistemas adesivos de 02 passos (condicionamento ácido + aplicação de primer/adesivo). A possibilidade de monômeros resinosos não se difundirem completamente por toda a dentina desmineralizada em profundidade, pode comprometer a adesão dos sistemas adesivos convencionais, o que gera

uma dúvida quanto a sua eficácia (LAXE et al., 2007). Os sistemas adesivos evoluíram quimicamente, resultando na simplificação de sua aplicação, redução do número de passos e diminuição da sensibilidade da técnica operatória (Van Meerbeek et al., 1998). A possibilidade de conseguir adesão aos tecidos dentais mineralizados, sem a necessidade da realização do condicionamento ácido, lavagem e secagem tradicionais que podem comprometer a impregnação dentinária pelo monômero resinoso (SUSIN; OLIVEIRA JÚNIOR; ACHUTTI, 2003), foi uma das principais razões que levaram a criação de um novo grupo de sistemas adesivos, os Autocondicionantes. Estes sistemas são constituídos por primers ácidos autocondicionantes e grande quantidade de solventes orgânicos para deixar a solução fluida, propiciando uma melhor infiltração nos tecidos dentais, além de uma resina de baixa viscosidade com características hidrofóbicas, semelhante ao sistema adesivo convencional de três passos. (CARVALHO et al., 2004). Os adesivos autocondicionantes possuem valores de união à dentina, semelhantes aos adesivos de condicionamento ácido prévio (Perdigão et al., 1997; Garone Filho, 2002). Em relação ao esmalte dental, o primer autocondicionante não possui a mesma capacidade de desmineralização quando comparado ao ácido fosfórico, e, por conseguinte seu uso neste substrato ainda é bastante questionado (Perdigão et al., 1997; Garone Filho, 2002; Hilgert et al., 2008; Watanabe et al., 2008). Sua dissolução tende a ser autolimitada, pois o ácido é neutralizado em algum momento pelos íons cálcio e fosfato, liberados durante a desmineralização, dessa maneira não há preocupação em este produto determinar uma desmineralização excessiva (Carvalho et al., 2004; Watanabe et al., 1994; Gordan et al., 1997). A lama dentinária é incorporada à camada híbrida, formando a camada de integração (Busato et al., 2002). Para melhorar o rendimento deste adesivo no esmalte, recomenda-se o condicionamento deste tecido com o ácido fosfórico, lavagem e secagem, para posterior aplicação no tecido dentinário (GIANNINI et al., 2008; Hilgert et al., 2008; Watanabe et al., 2008). O pH de sistemas com aplicação única deve ser ácido o bastante para desmineralizar o esmalte e condicionar a dentina. Apesar da técnica mais simples e conveniente, a eficácia desses adesivos em relação à adesão ainda deve ser demonstrada (Miyazaki et al., 2001). Os sistemas adesivos autocondicionantes podem ser de dois passos, onde o agente condicionador e o primer estão combinados em um mesmo frasco e o adesivo é aplicado separadamente; ou de passo único, que combina ácido, primer e adesivo em uma mesma aplicação. Alguns autores relataram que esses materiais são menos sensíveis às questões de umidade superficial da dentina, evitando a sensibilidade pós-operatória quando comparados aos sistemas convencionais (LAXE et al., 2007). Isto ocorre porque o primer é acidificado, ou seja, ao mesmo tempo em que condiciona a estrutura dentária, promove junto

com o adesivo, um embricamento micromecânico, o que elimina uma etapa, o condicionamento com ácido fosfórico e sua posterior lavagem e secagem, resultando em uma área de menor desmineralização da estrutura dentária (AHID, et al., 2009) e significativa redução da sensibilidade pós-operatória (CUNHA, et al., 2007). Apesar da tendência atual de simplificação dos sistemas adesivos, os resultados de diversos trabalhos científicos apontaram melhor desempenho e maior credibilidade em longo prazo para os adesivos de quarta geração, que de maneira geral apresentam adesão ao esmalte mais estável, previsível, consistente, e uma maior resistência adesiva que os adesivos autocondicionantes de 01 e 02 passos (Vieira, Fukuchi, 2002; Carvalho et al., 2004; Reis et al., 2004; Peumans et al., 2005; Baratieri et al., 2010). Essa diferença pode ser explicada por esta geração, realizar tratamento diferenciado para os tecidos dentinários, assim como a excelente interdigitação criada com o esmalte, que resulta num padrão de condicionamento muito retentivo e que por sua vez é acompanhado por uma boa hibridização com a dentina (Peumans et al., 2005). Por consequência, os adesivos de quarta e quinta geração ainda estão disponíveis em maior escala e com custo reduzido no mercado, em relação aos autocondicionantes (Carvalho et al., 2004). Sobre os adesivos simplificados, é visível a evolução destes materiais nos últimos anos, esses produtos são extremamente promissores, e já tiveram um padrão de melhoramento muito grande, contudo, a adesão no esmalte ainda continua sendo seu maior problema, e resultados melhores devem ser demonstrados. Para alguns autores sua principal vantagem em relação aos sistemas convencionais ainda está na redução da sensibilidade da técnica, já que estes apresentam etapas críticas para sua utilização, como o sobrecondicionamento ácido e a secagem excessiva após a lavagem dos subtratos, o que acarreta no colapso da rede colágena, impedindo a completa difusão dos monômeros entre as fibrilas, e consequentemente levando a falhas na formação da camada híbrida (Carvalho et al., 2004; Ernst, 2004; Torres et al., 2004; Cunha et al., 2007). Portanto, não é possível afirmar qual o melhor material, principalmente devido a grande diferença de suas formulações, e as peculiaridades de cada um durante a sua aplicação. Assim, cabe ao profissional escolher o material que possa melhor suprir suas necessidades em cada caso clínico encontrado, e acima de tudo é essencial que o operador siga corretamente as instruções fornecidas pelo fabricante.

Após a escolha do sistema adesivo a ser utilizado, é importante que quando se opte pelo sistema de condicionamento ácido total, utilize-se o produto conforme as instruções do fabricante, e acima de tudo que se tenha o conhecimento estrutural do substrato ao qual se quer aderir. O sucesso clínico das restaurações adesivas não depende somente das

características intrínsecas dos materiais, mas principalmente de fatores externos, como o substrato dentário (Van Meerbeek et al., 1998). Portanto, para se alcançar resultados favoráveis com o uso dos sistemas adesivos, é importante o conhecimento profundo das estruturas dentárias, principalmente em relação à dentina, que é um tecido complexo e de natureza heterogênea (Gonçalves et al., 1997; Van Meerbeek et al., 1998; Norling, 2003; Reis et al., 2004 ). A adesão no esmalte é mais favorável, pois após seu condicionamento, retenções são criadas e há um embricamento mecânico, devido à infiltração do adesivo nessas retenções. A resina une-se quimicamente ao adesivo, esta adesão é mais sólida e apresenta mínima microinfiltração marginal. A união dos sistemas adesivos convencionais ao esmalte tem sido satisfatória, devido este substrato ser altamente mineralizado com pequena presença de matéria orgânica e água, a união de substâncias hidrófobas como adesivos resinos é facilitada (Barkmeyer, Cooley, 1992; Ibarra et al., 2002). A adesão ao esmalte é obtida através do condicionamento com ácido fosfórico em concentrações variando de 30% a 37%, pelo tempo de aplicação de 30 segundos. Com este tempo de aplicação, é possível o aumento das porosidades necessárias para infiltração e polimerização do sistema adesivo (Carvalho et al., 1998; Norling, 2003; Reis et al., 2004). Apesar de o aumento da concentração e do tempo de aplicação do agente condicionador no substrato, promoverem a formação de microporosidades mais evidentes, não há relatos significantes de um melhor rendimento de adesão neste tecido (Neves et al., 1999). O tempo de condicionamento ácido do esmalte sofreu modificações ao longo dos anos, em estudos comparativos não foram evidenciados valores de resistência de união significativamente diferentes em esmalte quando tratados por 15 ou 60 segundos. A morfologia de superfície nessas duas situações foi muito semelhante, e assim ficou estabelecido que o tempo ideal de uso do ácido fosfórico no esmalte, seria de 15 a 30 segundos (BARKMEIER et al., 1992). No início os ácidos eram produzidos na forma de líquidos, porém com a intenção de melhor delimitar a área condicionada, os fabricantes alteraram a consistência do produto para a forma de gel, adicionando para isso 3,5% de dióxido de silício (sílica), que age como um espessante (Mandarino, 2003). As vantagens das formas em gel são que o clínico pode facilmente controlar a distribuição do ácido sobre a superfície e identificar visualmente a presença do ácido. O efeito da desmineralização pode ser observado diretamente, quando bolhas de dióxido de carbono se acumulam dentro do gel. Os fabricantes adicionam também surfactantes em seus géis ácidos fosfóricos, de forma a facilitar a distribuição do gel sobre as superfícies dentais. Uma vantagem de ter surfactantes nos géis condicionadores é que eles podem ser capazes de dissolver o óleo residual deixado pela peça de mão ou mesmo a saliva (PERDIGÃO, LOPES. 1999). O fato de o agente

condicionante estar em forma líquida ou gel, não interfere no tempo de permanência deste na cavidade preparada.

Entretanto, na dentina, a adesão é mais difícil devido a sua composição orgânica e a umidade contida nos túbulos (Carvalho et al., 2004). Diferente do esmalte dental, o tempo de aplicação do agente condicionador sobre a dentina, é de 15 segundos. Nesse substrato há uma proporção direta entre tempo de permanência do ácido, com a quantidade de tecido desmineralizado, sendo que quanto maior a desmineralização, mais prejudicada fica a adesão. Teoricamente o adesivo deveria penetrar toda a extensão da dentina desmineralizada pelo condicionamento com ácido fosfórico, formando uma zona de interdifusão entre dentina e resina, conhecida como camada híbrida (HILGERT, 2008; PASHLEY, 1997). Porém, quando a profundidade de desmineralização da dentina é maior que a infiltração dos monômeros resinosos, as fibrilas de colágeno desmineralizadas e não envoltas por resina, ou seja, expostas, tenderão a sofrer uma hidrólise pela penetração de fluídos externos ou dentinários, que comprometem a durabilidade da união (PASHLEY, 1997). Assim, o aumento do tempo de permanência do ácido fosfórico sobre o tecido dentinário pode expor túbulos dentinários e fibras colágenas que não serão totalmente impregnadas pelo monômero resinoso, resultando no colapso dessas fibras durante a secagem, além de microinfiltração e sensibilidade pós-operatória (LOPES et al., 2002). Além de remover a lama dentinária, o condicionamento ácido realizado na dentina elimina o conteúdo mineral da zona mais superficial (cerca de 3 a 8  $\mu\text{m}$ ), e reduz a quantidade de hidroxiapatita nas camadas subjacentes. Essas modificações resultam numa estrutura dentinária menos mineralizada, mais porosa, mais úmida e rugosa (Rosales-Leal et al., 2001). O substrato apresenta uma baixa energia livre de superfície, diminuindo a capacidade de interagir com monômeros resinosos hidrofóbicos. Por este motivo, é necessária a aplicação do Primer hidrofílico, principal responsável por aumentar as interações entre as fibrilas de colágeno e a resina hidrofóbica que será aplicada, permitindo assim a formação da camada Híbrida (Nakabayashi et al., 1982; Van Meerbeek et al., 1998).

É extremamente importante, que após a aplicação do ácido, a superfície condicionada seja lavada abundantemente com água. Esse passo tem por finalidade remover o ácido, os espessantes do ácido, e os subprodutos da reação com o esmalte (Reis et al., 2004). Portanto, em relação ao procedimento de lavagem, o ácido deve ser lavado por pelo menos o dobro de tempo do condicionamento, para assegurar a completa remoção dos subprodutos de reação e do mineral solubilizado na superfície (Carvalho, 2004). Passado o tempo de condicionamento



ácido de 15 a 30 segundos, a cavidade deve ser lavada pelo dobro do tempo com o auxílio do spray de ar/água. A seguir os excessos de umidade devem ser cuidadosamente removidos, para que os componentes do sistema adesivo não sejam diluídos. É importante ressaltar que durante o estabelecimento das interações adesivas, a água é considerada um agente contaminante (Baratieri et al., 2010).

Em cavidades ou preparos restritos ao esmalte, comuns em situações como fechamento de diastemas e facetas diretas e indiretas, a umidade excessiva pode ser facilmente removida por meio de jatos de ar, tática que frequentemente resulta em uma superfície branca-opaca nas zonas em que houve contato entre o esmalte e o ácido, embora a ausência de tal aspecto não signifique que o condicionamento não foi eficiente. Na dentina, devido à sua estrutura orgânica, o uso de jatos de ar é totalmente contraindicado, uma vez que promove alterações que comprometem a efetividade da adesão (Baratieri et al., 2010). Para que ocorra uma eficiente hibridização do tecido dentinário é fundamental que, após a desmineralização com o ácido, as fibrilas de colágeno expostas se mantenham expandidas pela presença de água, preservando os espaços interfibrilares para a posterior infiltração do agente adesivo (CARVALHO, 2004; PASHLEY 1997). A umidade residual do substrato dentinário, antes da aplicação dos sistemas adesivos, tem um papel fundamental na permeação dos monômeros resinosos na dentina condicionada. A matriz orgânica exposta pelo condicionamento ácido, sem a sustentação promovida pelos cristais de hidroxiapatita, se colapsa na ausência de umidade (Reis et al., 2004). Essa ausência de umidade diminui significativamente a permeabilidade dentinária, e a infiltração dos monômeros resinosos hidrofílicos nos espaços interfibrilares é prejudicada, comprometendo a formação da camada híbrida (Pashley et al., 1993). O colapso das fibrilas de colágeno é um fenômeno reversível pelo simples umedecimento da superfície com água (Perdigão et al., 1999). É importante enfatizar que não apenas a secagem excessiva afeta o procedimento adesivo, pois, o excesso de água também tem efeito negativo na infiltração do adesivo, já que atua como barreira física e impede a penetração desse produto, ou também pode levar a diluição do material (Tay et al., 1996a,b). Há duas formas clínicas para resguardar a umidade dentinária necessária antes da aplicação dos sistemas adesivos, após a lavagem do ácido, o excesso de água pode ser removido com jatos de ar, método mais referenciado na literatura. Porém esta técnica é dependente de algumas variáveis, como a distância de aplicação, a regulagem do jato de ar dada pelo técnico, e a inclinação do jato em relação à parede, que podem levar a variações de umidade (Reis et al., 2003). A remoção do excesso de água não deve ser realizada com jatos de ar da seringa

tríplice, pois, podem ressecar demais a estrutura condicionada levando a um colapso da rede colágena que será penetrada pelo adesivo. Para deixar a superfície levemente úmida e prevenir o colapso da rede colágena deve ser utilizadas bolinhas de algodão hidrófilas ou pedaços de papel absorventes colocados nas margens da cavidade, desta forma é possível manter a estrutura de colágeno umedecida e pronta para receber o adesivo dentinário (Goes et al., 1997). É difícil padronizar o nível de umidade da superfície dentinária para que o processo de união seja satisfatório, mas existe a necessidade do controle da umidade, principalmente nos solventes a base de acetona, a fim de proporcionar a expansão de fibras colágenas e melhorar a penetrabilidade do agente de união (Reis et al., 2003). Uma grande vantagem dos sistemas que possuem o primer condicionante é a eliminação dessa fase. (Nunes et al., 2001). Portanto, em cavidades que combinam esmalte e dentina, o ideal é que os excessos de umidade sejam removidos por meio da associação de jatos de ar no esmalte e bolinhas de algodão na dentina, essa conduta permite a manutenção da umidade dentinária necessária para que o adesivo tenha a eficiência esperada nos substratos (Baratieri et al., 2010).

No momento em que o adesivo é aplicado sobre a estrutura dental, o solvente orgânico (álcool ou acetona), desloca a água e auxilia na penetração do adesivo em toda área condicionada e umedecida. Portanto, a presença de água e solvente após a aplicação do sistema adesivo nos substratos dentários não se fazem mais necessários, podendo resultar em microinfiltração e uma diminuição das propriedades mecânicas do polímero formado (Tay et al., 1995). Como o solvente já cumpriu sua função auxiliando na penetração do adesivo dentro da camada pré-tratada e úmida, recomenda-se o uso do jato de ar para facilitar o seu processo de evaporação. É importante salientar que este leve jato de ar não tem a função de deixar a camada de adesivo, mais delgada, tem sim a função de remover o solvente que auxilia na fase inicial do procedimento e que agora não tem mais função. Deve-se ter cuidado durante a realização desse passo, pois o uso do jato de ar para evaporar o solvente e a água residual requer cautela e distância correta, a fim de que se evite a redução da espessura da camada de adesivo que foi aplicada, fato que pode prejudicar a formação da camada híbrida (Rueggeberg, 1991). Assim, após a aplicação do adesivo na superfície dentinária é necessária à aplicação de jato de ar à distância (20 cm), pois, quando muito próxima tende a incorporar oxigênio dentro da camada de adesivo, que é um inibidor da polimerização. O jato deve ser aplicado até que não se visualize movimento do adesivo na superfície, ele se torna mais viscoso devido à ausência de solventes. Fatores extrínsecos como a umidade relativa do ar e a temperatura ambiente afetam a taxa de evaporação desses solventes, o isolamento absoluto

reduz a umidade relativa bucal, criando melhores condições para a evaporação dos solventes presentes nos sistemas adesivos (Reis et al., 2004).

É de senso comum entre os autores, que o tempo ideal de fotoativação para polimerização do sistema adesivo, é obtido seguindo-se o tempo fornecido pelo fabricante na bula do produto (Reis, Loguercio, Carvalho, 2006). Segundo referenciam alguns autores, outras variáveis como temperatura ambiente e potência do fotopolimerizador, também podem afetar o processo de fotopolimerização. Maleknejad et al., (2013), avaliaram através de um estudo laboratorial o grau de conversão de monômero para polímero de três sistemas adesivos dentinários, usando como parâmetros o tempo de fotopolimerização e a distância entre a luz e os substratos dentais, e puderam concluir, que tempos mais prolongados de fotopolimerização de pelo menos 60 s, associados há pequenas distâncias ( 1mm e 3mm) entre o fotoativador e a cavidade preparada, forneceram um melhor grau de conversão. Desta maneira, aconselham-se seguir corretamente o tempo recomendado pelo fabricante, ou também que se usem tempos prolongados de fotopolimerização, para garantir uma melhor eficiência do produto.

Considerando-se, que o relógio é o dispositivo mais usado mundialmente e desde a antiguidade para se realizar a contagem do tempo, e há uma possibilidade mínima de falha por esse dispositivo, é de consenso geral entre autores, pesquisadores, e cirurgiões-dentistas que essa é a melhor maneira de se fazer o controle do tempo em cada etapa operatória em um processo de restauração utilizando-se sistemas adesivos. É válido ressaltar, que a falta de controle do tempo no processo de condicionamento ácido em dentina, pode comprometer a formação da camada híbrida, através de um sobrecondicionamento ácido dessa estrutura. Em relação ao tempo de polimerização do primer e adesivo, é importante que se tenha alcançado o tempo mínimo recomendado pelo fabricante.

A maioria dos profissionais opta pelo sistema de condicionamento ácido total. E a grande dúvida é, quando utilizar um sistema autocondicionante? Os adesivos autocondicionantes são recomendados principalmente para reduzir a sensibilidade da técnica, e aumentar a eficiência clínica, diminuindo o tempo de trabalho (Toledano et al., 2001; Ibarra et al., 2002; Leinfelder, Kurdziolek, 2003; De Munck et al., 2005; Peumans et al., 2005). Atualmente os resultados obtidos com esses adesivos são satisfatórios em dentina, pois, além da maior facilidade obtida com o seu uso, algumas dificuldades técnicas como dentina desidratada ou úmida, e incompleta interpenetração do adesivo são prevenidas (Cardoso,

Sadek, 2003). Seu grande problema ainda é em relação à adesão no esmalte, pois, o fato de possuírem ácidos fracos em sua composição (se comparados ao ácido fosfórico) não promove efeito ideal na adesão (Hilgert et al., 2008; Watanabe et al., 2008; Laxe et al., 2007; Giannini et al., 2008). Os adesivos autocondicionantes impedem que ocorra uma camada desmineralizada e não infiltrada por adesivo, já que, a desmineralização da dentina e a penetração do adesivo acontecem simultaneamente (Carvalho, 1998; Tay et al., 2000). Tal fato ocorre, porque essas substâncias são capazes de atuar ao mesmo tempo como condicionadores de esmalte e dentina, e também como primers. Assim teoricamente, fornecem o melhor selamento dentinário, já que não há uma diferença entre a profundidade de desmineralização e a penetração dos monômeros resinosos do primer (Carvalho et al., 1998). Um fator muito importante para a escolha e utilização desses produtos, é quanto ao custo, que se torna mais elevado em relação aos adesivos convencionais. Para isso é importante observar o volume contido nas embalagens, e utilizar esses produtos em demandas diferentes na prática clínica, como por exemplo, para restaurações indiretas, ou na odontopediatria que requer procedimentos adesivos mais rápidos (Garone Filho, 2002). O adesivo é considerado eficiente, quando proporciona a camada híbrida uniforme e contínua, isolando totalmente a polpa do meio externo e evitando sensibilidade pós-operatória, que pode também ser decorrente do manejo inadequado dos produtos (Carvalho et al., 2004). Em uma pesquisa laboratorial, Toledano et al. (2001) avaliaram a influência dos sistemas adesivos autocondicionantes na resistência adesiva em esmalte e dentina, através de sistemas adesivos convencional e autocondicionantes. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os sistemas adesivos testados. Os autores concluíram que o uso dos sistemas Autocondicionantes pode ser uma alternativa, quando se deseja reduzir o tempo nos procedimentos adesivos. Em estudos laboratoriais, Cardoso et al. (2000) avaliaram a microinfiltração nas margens dentinárias de restaurações com resina composta usando adesivos convencionais e autocondicionantes simplificados. Concluíram que os sistemas adesivos autocondicionantes tem potencial para evitar a infiltração nas margens em dentina, resultados semelhantes foram observados por Holderbaum, Conceição, Pacheco (2000) e Ferrari et al. (1997). Em um trabalho de pesquisa, Miranda et al. (2002) mediram o pH de dois adesivos autocondicionantes, e dois adesivos de frasco único, e observaram que os adesivos simplificados apresentaram resultados inferiores quando comparados aos autocondicionantes. Os autores concluíram que os adesivos autocondicionantes, apesar de apresentarem pH inicialmente ácido, são capazes de reverter essa condição, exceto o Clearfil SE bond<sup>®</sup> (Kuraray), cujo aumento de pH não foi suficiente para alcançar a neutralidade. O pH de

sistemas de única aplicação deve ser ácido o suficiente para desmineralizar o esmalte e condicionar a dentina e, apesar de se buscar sistemas adesivos com técnicas mais simples e mais convenientes, sua eficácia para adesões estáveis em esmalte ainda devem ser demonstradas (Miyazaki et al., 2001).

## 6. CONCLUSÃO

Apesar do estágio atual de evolução da odontologia adesiva, pode-se concluir diante desta revisão de literatura, que os sistemas adesivos convencionais ainda continuam a oferecer melhores resultados quando comparados aos sistemas autocondicionantes. Principalmente no que se refere à resistência adesiva. Os autocondicionantes se mostram menos sensíveis às variações da técnica de aplicação, possuem ótimos resultados em dentina, produzindo um ótimo selamento dentinário. Contudo, em relação à adesão no esmalte, ainda possuem resultados bastante questionáveis, que devem ser mais pesquisados e demonstrados. Como não há um consenso em dizer qual o melhor sistema, cabe ao cirurgião-dentista selecionar o adesivo que atenda melhor suas demandas clínicas. Uma vez selecionado o sistema adesivo, é importante a utilização do produto de acordo com as recomendações do fabricante, de modo que se possa otimizar os procedimentos restauradores.

## 7. REFERÊNCIAS

- ABREU EGF, MENEZES FILHO PF, VICENTA DA SILVA CH. Sistemas adesivos autocondicionantes: uma revisão de literatura. **International journal of dentistry**, Recife, 4(2): 66-71 JUL/DEZ 2005.
- AHID, F.J.M., et al. Avaliação in vitro da resistência adesiva de dois sistemas adesivos: convencional e autocondicionante. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, v.63, n.2, p.112-115, jan.2009.
- ALANI AH, TOH CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. **Operative Dentistry** 1997, Seattle; 22: 173-85.
- BARATIERI, L.N.; MONTEIRO, S.J.; **Odontologia Restauradora: Fundamentos e Técnicas**. São Paulo: Santos, 2010.
- BARKMEIER W, COOLEY R. Laboratory evaluation of adhesive systems. **Oper Dent.** 1992;5 Suppl:50-61.
- BRÄNNSTRÖM, M.; LINDEN, L.A.; ASTRÖM, A. The hydrodynamics of the dental tubule and pulp fluid. **Caries Res.** Basel, 1967.
- BRÄNNSTRÖM, M; JOHNSON, G. Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: A scanning electron microscopy investigation. **J Prosthet Dent**, v. 31, n. 4, p. 422-430, Apr. 1974.
- BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Research**, v. 34, p. 849-853, 1955.
- BUONOCORE MG. Adhesives in the prevention of caries. **J Am Dent Assoc.** 1973;87:1000-5.
- BUSATO ALS, HERNANDEZ PAG, MACEDO RT. **Denstística: restaurações estéticas. Cap.6: Materiais restauradores**. São Paulo: Artes Médicas, 2002.
- CARDOSO PEC, PLACIDO E, MOURA SK, PERDIGÃO J. Microinfiltração de sistemas adesivos simplificados submetidos às ciclagens térmica e mecânica. **Pesqui Odontol Bras** 2000; 14: 23.
- CARDOSO PEC, SADEK FT. Microtensile bond strenght on dentin using new adhesive systems with self etching primers. **Braz J Oral Sci.** 2003; 2(4): 156-9.
- CARVALHO, R.M. Adesivos dentinários: fundamentos para aplicação clínica. **Rev. Dent. Res.**, v.1, n.2, p. 62-96, 1998.
- CARVALHO, R.M., et al .Effects of HEMA/solvent combinations on bond strength to dentin. **J Dent Res.**, v.82, n.8, p.597-601,ago.2003.

CARVALHO, R.M. Sistemas Adesivos: fundamentos para aplicação clínica. **Biodonto.**, v.2, n.1, p.1-86, jan./fev. 2004.

CHOW, LC; BROWN, WE. Phosphoric acid conditioning of teeth for pit and fissure sealants. **J Dent Res** 52:1158, 1973.

COELHO A, CANTA JP, MARTINS JNR, OLIVEIRA AS. Perspectiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários – revisão de literatura. **Rev Port Estom Med Dent Cir Maxilofac.** 2012; 53(1):39-46.

COSTA JF, CASANOVAS RC, CASTRO AKBB, PIMENTA LAF. Avaliação in vitro da microinfiltração marginal de três sistemas adesivos. **Cienc Odontol Bras** 2003 jan./mar.;6 (1): 60-6.

CUNHA, L.A., et al. Análise de fatores etiológicos relacionados à sensibilidade pós-operatória na odontologia estética adesiva. **Rev.Odonto. Univer. SP.**,v.19,n.1,p.68-76, jan./abr.2007.

DE MUNCK, J.; VAN LANDUYT, K.; PEUMANS, M.; POITEVIN, A.; LAMBRECHTS, P.; BRAEM, M.; VAN MEERBEEK, B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. **J. Dent. Res.**, v. 84, n. 2, p. 118-132, 2005.

DONASSOLO TA, VIGANÓ C, MOURA, FFR, DEMARCO FF. Avaliação da infiltração marginal de 2 sistemas adesivos em dentes decíduos. **J Bras Odontopediatr Odontol Bebê** 2001; 4(22): 507-11.

DUTRA R, YAMADA JR AM, TANJI EY, MYAKI SI. Influência do sistema adesivo na microinfiltração em restaurações de compômeros em dentes decíduos. **J Bras Clin Odontol Int** 2003; 7(37): 45-8.

EICK JD, COBB CM, CHAPPELL RP, SPENCER P, ROBINSON SJ. The 6. dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. **Part I. Quintessence Int.** 1991; 22(12): 967-77.

ERNST CP. Positioning self-etching adhesives: versus or in addition to phosphoric acid etching? **J Esthet Restor Dent.** 2004;16:57-69.

FECURY MCV, BELÉM FV, TOURINHO FM, PENILDO CVSR, CRUZ RA. Sistemas adesivos atuais: características físico-químicas e aplicabilidade em Odontopediatria. **Arquivo Brasileiro de Odontologia.** 2007:144-154.

FERRARI M, et al. Effect of two etching times on the sealing ability of Clearfil Liner Bond 2 in class V restorations. **Am J Dent** 1997; 10 (2).

FRANKENBERGER, R.; KRAMER, N.; PETSCHLT, A. Longterm effect of dentin primers on enamel bond strength and marginal adaptation. **Oper. Dent.**, v.25, n.1, p.11-19, jun.2000.

FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J. Dent. Res.** v. 58, n. 4, p. 1364-1372, 1979.



GARONE FILHO, W. Adesão em esmalte e dentina. In: Cardoso RJA, Gonçalves EAN. *Dentística / Laser*. São Paulo: **Artes Médicas**; 2002. p. 27-55.

GIANNINI, M. et al. Adesivos autocondicionantes: uma realidade clínica. **R Dental Press Estét**, v. 5, n. 2, p. 78-84, 2008.

GOES, MF; PACHANE, GCF; GARCÍA-GODOY, F. Resin bond strenght with different methods to remove excesss water from the dentin. **Am J Dent** **10**: 298-301, 1997.

GOMES OMM, PORTO Neto ST, LOFREDO LCM. Análise *in vitro* da microinfiltração marginal em cavidades de classe V restauradas com três diferentes sistemas adesivos. **Rev. Assoc. Bras. Odont.** 1999, jun/jul; 7 (3): 147-51.

GONÇALVES M, PECORA JD, VINHA D, SILVA RS. Surface tension of different dentin bonding resin systems. **Braz Dent J.** 1997; 8(1): 43-7.

GORDAN, V. V. et al. Evaluation of acidic primers in microleakage of class 5 composite resin restorations. **Oper Dent**, v. 23, p. 244-249, 1997.

HALLER, B. Recent developments in dentin bonding. **Am. J. Dent.**, v.13, n.1, p.44-50, fev. 2000.

HILGERT, L.A., et al. Adhesive procedures in daily practice:essential aspects. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, v.29, n.4, p.208-215, mai. 2008.

HOLDERBAUN RM, CONCEIÇÃO EN, PACHECO JF. Microinfiltração marginal em cavidades de classe V restauradoras com diferentes sistemas adesivos e resina composta. **Rev. odonto ciênc** 2000, dez; 31(15): 7-21.

IBARRA G, VARGAS MA, ARMSTRONG SR, COOB DS. Microtensile bond strenght of self-etching adhesives to ground and unground enamel. **J Adhes Dent.** 2002;4:115-24.

JOHNSON ME, BURGESS JO, HERMESCH CB, BUIKEMA DJ. Saliva contamination of dentin bonding agents. **Oper Dent.** 1994 Nov-Dec;19(6):205-10.

KAADEN C, POWERS JM, FRIEDL KH, SCHMALZ G. Bond strength of self-etching adhesives to dental hard tissues. **Clin Oral Invest.** 2002;6:155-60.

KENSHIMA S, FRANCCI C, REIS A, LOGUERCIO AD, Filho LE. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. **J Dent.** 2006;34:775-83.

KUGEL G, FERRARI M. The science of bonding: from first to sixth generation. **J Am Dent Assoc.** 2000;131:20S-5S.

LAXE, L.A.C., et al. Sistemas adesivos autocondicionantes. **Int J. Dent**, v.6, n.1, p. 25- 29, jan./fev. 2007.

LEINFELDER KF, KURDZIOLEK SM. Self Etching bonding agents, **Compend Contin Educ Dent.** 2003,jun; 24 (6): 447-57.

LOPES, G. C. et al. Dental adhesion: present state of the art and future perspectives. **Quintessence Int.** v. 33, n. 3, p. 213-224, 2002.

MACCHI, R. L. Polimerización y Adhesión. In: HENOSTROZA, H. **Adhesión en Odontología Restauradora**. 1. ed. Curitiba: Maio, 2003. p. 53-70.

MALEKNEJAD F, AMERI H, MANAFI S, CHASTEEN J, GHAVAMNASIRI M. The effect of photoactivation time and light tip distance on the degree of conversion of light and dual-cured dentin adhesives. **Indian J Dent Res** [serial online] 2013 [cited 2014 Oct 16 ];24:225-228.

MANDARINO, F. Adesivos Odontológicos. **Publicado Na Internet**. 2003 (Demais trabalhos relevantes).

MARSHALL, G.W., M. BALOOCH AND J.H. KINNY, 1997. The dentin substrate structure and properties related to bonding. **J. Dent.**, 25: 441-458.

MARTINS, G.C. et al. Adesivos dentinários. **Rev. gaúcha Odontol.**, v. 56, n.4, p. 429-436, out./dez. 2008.

MCCOMB D, SMITH DC: A preliminary S.E.M. study of root canals after endodontic procedures. **J Endodont** 1: 238-242, 1975

MENA-SERRANO, Alexandra Patricia et al . Effect of the application time of phosphoric acid and self-etch adhesive systems to sclerotic dentin. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru , v. 21, n. 2, Apr. 2013 .

MIRANDA CB, BARBOSA SH, PUCCI CR, MANCINI MNG. Avaliação do pH de adesivos autocondicionantes e monocomponentes, antes e após a polimerização. [Abst. Pb199]. In: **Anais do 19o. Encontro SBPqO**, 2002.

MYAKI S, BALDUCI I. Microinfiltração em restaurações ocluso-proximais de molares decíduos restaurados com resina composta após diferentes pré-tratamentos de esmalte e dentina. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr**, João Pessoa, v.5, n.1, p. 09-15, jan./abr. 2005.

MIYAZAKI M et al. Enamel and dentin bond strengths of single application bonding systems. **Am J Dent** 2001, San Antonio; 4(6): 361-66.

MUÑOZ MA, LUQUE I, HASS V, REIS A, LOUGUERCIO AD, BOMBARDA NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. **J Dent** 2013; 41:404-11.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASHUARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Bio. Mat. Res.** v.16, n. 3, p. 265-273, 1982.

NAKABAYASHI N.; PASHLEY, D. **Condicionamento ácido e hibridização dos substratos**. São Paulo: Quintessence, 2000a. (Hibridização dos Tecidos Duros Dentais).

NAKABAYASHI N.; PASHLEY, D. **Evolução da adesão entre resina e dentina**. São Paulo: Quintessence, 2000b. (Hibridização dos Tecidos Duros Dentais).

NAKABAYASHI, N., SAIMI, Y. Bonding to intact dentin. **J. Dent. Res.**, v.75, n.9, p.1706-1715, set.1996.

NEVES, A.C.C., et al. Efeitos do ácido fosfórico nas concentrações de 10% ou 32% sobre a superfície do esmalte dental: estudo ao microscópio eletrônico de varredura. **Pós-Grad. Rev. Fac. Odontol. São José dos Campos.**, v.2, n.1, p.35-39, jan/jun. 1999.

NORLING BK. Bonding. Em: Anusavice KJ, editor. Phillips Science of Dental Materials. 11a ed. St. Louis, MI: Elsevier Science; 2003. p. 381-98.

NUNES OBC, ABREU PH, NUNES NA, PORTOLANI MVJ, BERNE CP. Infiltração marginal de resinas compostas associadas a sistemas adesivos com e sem carga. **Revista da Faculdade de Odontologia de Lins**, Vol. 21, No 1 (2009)

NUNES, M. F.; SWIFT JR, E. J.; PERDIGÃO, J. Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin. **Am. J. Dent.**, v. 14, n. 6, p. 340-343, 2001.

OLIVEIRA NA, DINIZ LSM, SVIZERO NR, D'ALPINO PHP, PEGORARO CACC. Sistemas adesivos: Conceitos atuais e aplicações clínicas. **Revista Dentística on line** - ano 9, número 19, 2010. ISSN 1518-4889 [www.ufsm.br/dentisticaonline](http://www.ufsm.br/dentisticaonline)

PASHLEY, E. L. *et al.* Bond strengths to superficial, intermediate and deep dentin *in vivo* with four dentin bonding systems. **Dent Mater**, v. 9, n. 1, p. 19-22, Jan. 1993.

PASHLEY, D.H. Dynamics of the Pulpo-Dentin Complex. **Crit. Rev. Oral Biol. Med.**, Georgia, v.7, n.2, p. 104-133, 1996.

PASHLEY, D.H.; CARVALHO, R.M., Dentine permeability and dentine adhesion. **J. Dentistry.**, v.25, n.5, p.355-372, set.1997.

PASHLEY, D.H., et al. Effects of HEMA on water evaporation from water-HEMA mixtures. **Dent. Mater.**, v.14, n.1, p.6-10, jan.1998.

PASHLEY, D.H., et al. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. **Am. J. Dent.**, v.20, n.1, p.7-20, fev. 2007.

PERDIGÃO J, SWIFT EJ: Analysis of dental adhesive systems using scanning electron microscopy. **Int Dent J** 44: 349-359, 1994

PERDIGÃO J, LOPES L, LAMBRECHTS P, LEITAO J, VAN MEERBEEK B, VANHERLE G. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. **Am J Dent.** 1997;10:141-6.

PERDIGÃO J, LOPES M. Dentin bonding - Questions for the new millennium. **J Adhesive Dent.** 1999;1:191-209.

PERDIGÃO, J.; FRANKENBERGER, R.; ROSA, B.T.; BRESCHI, L. New trends in dentin/enamel adhesion. **Am J Dent**, San Antonio, v. 13, Spec. Issue, p. 25D-30D, 2000.

PERDIGÃO J, RITTER AV. Adesão aos tecidos dentinários. In: BARATIERI LN et al. **Odontologia Restauradora Fundamentos e possibilidades**. 3ª Ed. São Paulo: Santos; 2003. p. 83-128.

PERDIGÃO J, KOSE C, MENA-SERRANO A, DE PAULA E, TAY L, REIS A, LOGUERCIO A. A new universal simplified adhesive: 18-month clinical evaluation. **Oper Dent** 2013 Jun 26 (In press)

PEREIRA JC, SEGALA AD. Hipersensibilidade Pós Tratamento Restaurador. In: Cardoso, R.J.A.; Gonçalves, E.A.N. 20ª **Arte Ciência Técnica**. Dentística/Laser. São Paulo: Artes Médicas, 2002. p. 337-394.

PEUMANS M, KANUMILLI P, DE MUNCK J, VAN LANDUYT K, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. **Dent Mater**. 2005; 21:864-81.

PROENÇA, J.P., POLIDO, M., OSORIO, E., ERHARDT, M.C.G., AGUILERA, F.S., GODY, F.G., OSORIO, M., TOLEDANO, R., 2007. Dentin regional bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems. **Dent. Mater**. 23, 1542–1548.

REIS, A. et al. Sistemas adesivos atuais. **J Bras Clin Odontol Int**, v. 5, n. 30, 2001.

REIS A, LOGUERCIO AD, CARVALHO RM, GRANDE RH. Durability of 16. resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. **Dent Mater**. 2004; 20(7): 669-76.

REIS, A. et al. Degradação das interfaces resina dentina: uma revisão de literatura. **Rev Odontol UNESP**, v. 35, n. 3, p. 191-198, 2006.

REIS, A; LOGUERCIO, AD; BITTENCOURT, DD. Adesivo convencional vs. autocondicionante em lesões cervicais não-cariosas: acompanhamento de caso por 48 meses. Clínica. **International Journal of Brazilian Dentistry**, v. 3, p. 264-273, 2007.

REIS A, ALBUQUERQUE M, PEGORARO M, MATTEI G, BAUER JR, GRANDE RH, et al. Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin? **J Dent**. 2008;36:309-15.

RETIEF DH, AUSTIN JC, FATTI LP. Pulpal response to phosphoric acid. **J Oral Pathol**. 1974;3:114-22.

ROSALES-LEAL JI, OSORIO R, HOLGADO-TERRIZA JÁ, CABRERIZO-VILCHEZ MA, TOLEDANO M. Dentin wetting by four adhesive systems. **Dent Mater**. 2001 Nov;17(6):526-32.

RUEGGEBERG, FA. Substrate for adhesion testing to tooth structure – Review of the literature. **Dent Mater** 7:2-10, 1991.

SADEK, F.T. et al. The effect of long-term storage on the microleakage of composite resin restorations: qualitative and quantitative evaluation. **Pesqui Odontol Bras**, v.17, n.3, p. 261-266, 2003.

SANO H. Microtensile testing, nanoleakage, and biodegradation of resin-dentin bonds. **J Dent Res.** 2006;85:11-4.

SILVA, E. O. S.; BELTRANI, F. C.; SHIBAYAMA, R.; CONTRERAS, E. F. R.; HOEPPNER, M. G. Sistemas adesivos: conceito, aplicação e efetividade. **Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 14, n. 1, p. 81-87, jan./abr. 2010.

SILVERSTONE, L. M. et al. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. **Caries Res.** v. 9, p. 373, 1975.

STANLEY HR, GOING RE, CHAUNCEY HH. Human pulp response to acid pretreatment of dentin and to composite restoration. **J Am Dent Assoc.** 1975;91:817-25.

SUSIN, A. H.; OLIVEIRA JÚNIOR, O.B.; ACHUTTI, M.A.C. Espessura de camada híbrida: influência de sistemas adesivos e condições de substrato dentinário. **J Bras. Dent. Est.**, v.2, n.7, p. 226-235, 2003.

SWIFT E.J Jr., *et al.* Shear bond strengths of one bottle dentin adhesives using multiple applications. **Oper. Dent** 1997; 22 (5): 194-99.

SWIFT, E.J. Jr. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. **Pediatr. Dent.** v.24, n.5, p.456-461, set/out. 2002.

TAY FR, GWINNETT AJ, PANG KM, WEI SH: Micromorphologic relationship of the resin-dentin interface following a total-etch technique in vivo using a dentinal bonding system. **Quintessence Int** 26: 63-70, 1995

TAY FR, GWINNETT AJ, WEI SH (1996a). Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based, single-bottle primer/adhesives. **Dent Mater** 12:236-244.

TAY FR, GWINNETT AJ, PANG KM, WEI SH (1996b). Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin: a paradigm using water-free adhesive primers. **J Dent Res** 75:1034-1044.

TAY, F.R., PASHLEY, D.H. Aggressiveness of contemporary selfetching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. **Dent Mater.**,v.17, n.4, p.296-308, jul. 2001.

TAY FR, PASHLEY DH. Dental adhesives of the future. **J Adhes Dent.** 2002; 4:91-103.

TAYLOR, M. J; LYNCH, E. Microleakage. **J Dent**, Guildford, v. 20, n.1, p.3-10, Feb. 1992.

TEN CATE, R. Histologia Bucal – desenvolvimento, estrutura e função. In: TEN CATE, R. **Complexo Dentina-Polpa**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2001a, p.143-185.

TEN CATE, R. Histologia Bucal – desenvolvimento, estrutura e função. In: TEN CATE, R. **Estrutura do Esmalte**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2001b, p.205-221.

TOLEDANO M, OSORIO R, DE LEONARDI G, ROSALES-LEAL JI, CEBALLOS L, CABRERIZO-VILCHEZ MA. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. **Am J Dent** 2001; 14 (4): 205-10.

TOLEDANO, M.; PROENÇA, J. P.; ERHARDT, M. C.; OSORIO, E.; AGUILERA, F. S.; OSORIO, R. & Tay, F. R. Increases in dentin-bond strength if doubling application time of an acetone-containing one-step adhesive. **Oper. Dent.**, 32(2):133-7, 2007.

TORRES CP, CORONA SAM, RAMOS RP, PALMA-DIBB RG, BORSATTO MC. Bond strength of self-etching primer and total-etch adhesive systems to primary dentin. **J Dent Child.** 2004;71:131-4.

VAN LANDUYT KL, KANUMILLI P, DE MUNCK J, PEUMANS M, LAMBRECHTS P, VAN MEERBEEK B. Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. **J Dent.** 2006; 34(1): 77-85.

VAN LANDUYT KL, DE MUNCK J, MINE A, CARDOSO MV, PEUMANS M, VAN MEERBEEK B. Filler debonding & subhybrid-layer failures in self-etch adhesives. **J Dent Res** 2010;89:1045–50

VAN MEERBEEK B, PERDIGÃO J, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. The clinical performance of adhesives. **J Dent** 1998; 26 (1): 1-20.

VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J, YOSHIDA Y, INOUE S, VARGAS M, VIJAY P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper Dent.** 2003;28(3):215-35.

VIEIRA D, FUKUCHI MF. Resina condensável e resina Flow. Como Optar? In: Cardoso RJA, Gonçalves EAN. **Dentística/Laser. São Paulo: Artes Médicas**; 2002. P.231-58.

WANG, Y.; SPENCER, P. Evaluation of the interface between onebottle adhesive systems and dentin by Goldner's trichrome. **Am. J. Dent.**, v.18, n.1, p.66-72, fev. 2005.

WATANABE I, NAKABAYASHI N, PASHLEY DH. Bonding to ground dentin by a phenyl -P self-etching primer. **J Dent Res.** 1994;73:1212-20.

WATANABE, T., et al. Effect of prior acid etching on bonding durability of single-step adhesives. **Oper. Dent.**, v.33, n.4, p.426-433, jul/ago.2008.

YOSHIDA Y, NAGAKANE K, FUKUDA R, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. **J Dent Res** 2004;83(6):454–8.